

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИММ

УТВЕРЖДАЮ /Н.П. Сютлов/  
(Ф.И.О. декана (директора института))

27.02.2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Б.1.1.19 Метрология, основы взаимозаменяемости и технических измерений

(код и наименование дисциплины по учебному плану)

Направление подготовки  
(специальность)

35.03.06 Агроинженерия

Квалификация выпускника

Бакалавр

(бакалавр/магистр/специалист)

Направленность

Электроснабжение, электрооборудование и  
электротехнологии

Курс 2  
Семестр 4

**Распределение учебного времени**

Трудоемкость по учебному плану	108 / 3	часов/зачетных единиц
Лекции	18	часов
Лабораторные работы	18	часов
Практические занятия	18	часов
Иная контактная работа	-	часов
Всего контактной работы (без учета экз.)	54	часов
Контактная работа по экзамену	-	часов
Курсовой проект (работа)	-	семестр
Самостоятельная работа обучающихся (без учета экз.)	54	часов
Самостоятельная работа по подготовке к экзамену	-	часов
Экзамен	-	семестр
Зачет	4	семестр
БРК, ДЗ	-	семестр

(год)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО направления подготовки (специальности) 35.03.06 Агроинженерия

Программу составили:

старший преподаватель	МиМ	СОГЛАСОВАНО	А.И. Сютова
(должность)	(кафедра)		(И.О. Фамилия)

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

		(наименование кафедры)	
24.01.2023	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	А.А. Медяков
		(И.О. Фамилия)

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

СОГЛАСОВАНО	А.А. Медяков
	(И.О. Фамилия)

Эксперт(ы): Соловьев Илья Владимирович, директор АО "Энергия"

Рабочая программа проверена и зарегистрирована в УМЦ 06.03.2023 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-1 Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникацион	ОПК-1.2. Использует знания основных законов математических и естественных наук для решения стандартных задач в профессиональной деятельности	<b>знания:</b> Знает единую систему допусков и посадок размеров (ЕСДП) и нормирование других отклонений поверхностей. <b>умения:</b> Умеет назначать посадки в типовых соединениях, выбирать методы и средства измерений различных физических величин. <b>навыки:</b> Производит оценку погрешностей измерений.

## 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: Математика (ОПК-1), Физика (ОПК-1), Информационные технологии (ОПК-1)

Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих дисциплинах: Надежность технических систем (ОПК-1); государственной итоговой аттестации в форме: Выполнение и защита выпускной квалификационной работы (ОПК-1)

## 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

#### 4 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
<b>Метрология и технические измерения</b>	<b>108</b>	ОПК-1
Лекция. Метрология, основные определения. Физические величины и шкалы измерений	2	
Лекция. Международная система единиц величин	2	
Лекция. Виды и методы измерений	2	
Лекция. Общие сведения о средствах измерений	2	
Лекция. Погрешности измерений: классификация, описание случайных погрешностей измерения	2	
Лекция. Обработка результатов прямых, косвенных и многократных измерений	2	
Лекция. Выбор средств и методов измерений	2	
Лекция. Государственное регулирование обеспечения единства измерений. Правовые, организационные и технические основы обеспечения единства измерений.	4	
Практическое занятие. Прямые и косвенные измерения электрического сопротивления	4	
Практическое занятие. Обработка результатов прямых измерений	4	
Лабораторная работа. Измерение параметров электрических цепей	4	
Практическое занятие. Определение погрешностей прямых и косвенных измерений	4	
Лабораторная работа. Измерение сопротивления резистора	2	
Лабораторная работа. Измерения напряжения и силы переменного тока	2	
Лабораторная работа. Измерение сопротивления по мостовой схеме	2	
Практическое занятие. Обработка результатов косвенных измерений	2	
Лабораторная работа. Исследование основных метрологических характеристик электромеханических измерительных приборов	2	
Практическое занятие. Методы измерения параметров электрических цепей	2	
Лабораторная работа. Измерение линейных размеров измерительными инструментами. Контроль линейных размеров	2	
Практическое занятие. Измерение отклонений формы и расположения поверхностей	2	
Лабораторная работа. Измерение потребляемой мощности	4	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение теории: физические величины и шкалы измерений, система единиц величин SI, виды и методы измерений, средства измерений, погрешности измерений, обработка результатов измерений, определение погрешностей измерений различных видов, погрешностей параметров электрических цепей	54	
Иная контактная работа:	0	

## 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 практических и лабораторных работ. Периодичность проведения, формы текущего контроля успеваемости, система оценивания хода освоения дисциплин представлены в рабочей программе. Формой промежуточной аттестации по дисциплине является зачёт.

## 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
<b>УЧЕБНЫЕ, УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ И НАУЧНЫЕ ИЗДАНИЯ</b>		
1.	Бастраков, Валентин Михайлович. Метрология, стандартизация и сертификация [Текст] : учебное пособие / В. М. Бастраков; Министерство образования и науки Российской Федерации, ФГБОУ ВПО "Поволжский государственный технологический университет". Москва: АРГАМАК-МЕДИА, 2019. - 262 с. ISBN 978-5-00024-095-3. Экземпляры: всего 45.	45
2.	Метрология, стандартизация и сертификация. Практикум [Текст] : [по направлению подготовки "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств"] / В. Н. Кайнова, Т. Н. Гребнева, Е. В. Тесленко, Е. А. Куликова; под общ. ред. В. Н. Кайновой. Санкт-Петербург: Лань, 2015. - 367 с. ISBN 978-5-8114-	20

	1832-9. Экземпляры: всего 20.	
3.	Димов, Юрий Владимирович. Метрология, стандартизация и сертификация [Текст] : [учебник для студентов вузов (бакалавров и магистров) и дипломированных специалистов в области техники и технологии] / Ю. В. Димов. 4-е изд. Санкт-Петербург [и др.]: Питер, 2013. - 496 с. ISBN 978-5-496-00033-8. Экземпляры: всего 47.	47
4.	Радкевич, Яков Михайлович. Метрология, стандартизация и сертификация [Текст] : учебник для академического бакалавриата : для студентов высших учебных заведений, обучающихся по инженерно-техническим направлениям, по направлениям подготовки "Технология, оборудование и автоматизация машиностроительного производства", "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств", "Автоматизированные технологии и производства". Ч. 2. : Стандартизация, 2019. - 479, [2] с. ISBN 978-5-534-01929-2. Экземпляры: всего 5.	5
5.	Кравцов, Анатолий Васильевич. Метрология и электрические измерения [Текст] : Учебник для вузов по спец. 311400 "Электрификация и автомат. с.-х." / Кравцов, Анатолий Васильевич. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Колос, 1999. - 214 с. ISBN 5-10-002956-0.	20
6.	Измерение электрических величин [Текст] : метод. указания к выполнению лаб. работ для студентов специальностей 072000, 240400, 311300, 311400, 311900, 330100 / [сост. : В. М. Бахраков, С. В. Грязин]. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2005. - 39 с. Экземпляры: всего 81.	81
7.	Бахраков, Валентин Михайлович. Метрология, стандартизация и сертификация [Текст] : учеб. пособие для студентов вузов по направлениям подгот.: бакалавров и магистров "Технология, оборудование и автоматизация машиностр. пр-в" и дипломир. специалистов "Конструкторско-технол. обеспечение машиностр. пр-в" / В. М. Бахраков. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2007. - 299 с. ISBN 5-8158-0574-3. Экземпляры: всего 110.	110 / <a href="https://portal.volgatech.net/books/UP_metrologija.pdf">https://portal.volgatech.net/books/UP_metrologija.pdf</a>
8.	Измерение электрических величин [Текст] : лабораторный практикум для студентов направлений подготовки "Материаловедение и технологии материалов", "Агроинженерия", "Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов" / В. М. Бахраков, Е. В. Кобылина, Н. А. Забродина [и др.]; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, ФГБОУ ВО "Поволжский государственный технологический университет". Йошкар-Ола: ПГТУ, 2021. - 51, [1] с. ISBN 978-5-8158-2250-4. Экземпляры: всего 15.	15 / <a href="https://portal.volgatech.net/books/Izmereniye_elektricheskikh_velichin_laboratornyy_praktikum_2021.pdf">https://portal.volgatech.net/books/Izmereniye_elektricheskikh_velichin_laboratornyy_praktikum_2021.pdf</a>
ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ		
1.	Справочно-правовая система Консультант+	<a href="http://www.consultant.ru">http://www.consultant.ru</a>
2.	Информационно-правовой портал Гарант	<a href="http://www.garant.ru">http://www.garant.ru</a>

3.	Профессиональные справочные системы Техэксперт	<a href="http://www.cntd.ru">http://www.cntd.ru</a>
----	--	---

## 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), Мотор -редуктор 7SDGC- 10G/P18 (1), МФУ i-SENSYS MF4018 Canon (1), Нутромер 2т. 5- 30/0,01 (1), Проектор мультимедийный Hitachi CP- RX 78 (1), ПРОФИЛОГРАФ-ПРОФИЛ. (1), ПРОФИЛОМЕТР (1), Систем.блок AMD X2 6000/1024Mb*2/250Gb/GF8500GT/F DD/DVD-RW/клав.мышь.ковр. (1), Стенд для экспрессконтроля коэффициента трения (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
2.	228 (I)	Лабор.комплекс"Метрология длин МЛ (1), Учеб.-лаб комплекс"Основы инфор.и (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	Зачтено

### 7.1. Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины (модуля) и производится с применением технологии рейтингового контроля в соответствии с технологической картой дисциплины. Порядок составления технологической карты и алгоритм проведения процедуры оценивания видов деятельности обучающихся, направленных на освоение знаний, умений, навыков и/ или опыта деятельности, по накопительной системе в баллах устанавливается положением о системе РИТМ в ФГБОУ ВО «ПГТУ»

### 7.2. 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.

Раздел "Взаимозаменяемость и технические измерения"

#### Вариант 0

**1.1.** Дайте определение взаимозаменяемости и назовите ее виды.

**2.1.** В соединении вала, предельные размеры которого  $d_{\max}=19,900$  мм,  $d_{\min}=19,870$  мм и отверстия с предельными размерами  $D_{\max}=20,045$  мм.  $D_{\min}=20,000$  мм допуск посадки будет равен \_\_\_\_ мкм.

1) 175

2) 145

3) 130

4) 75

5) 45

**3.1.** При контроле отверстия  $\varnothing 60^{+0,023}$  с допуском цилиндричности  $TFZ=0,005$  мм результаты измерений диаметра в 3-х сечениях и 2-х направлениях занесены в таблицу. Определите годность отверстия по размеру и форме.



1) отверстие годно по размеру и форме	№ сечения	1-1	2-2	3-3
2) не годно по размеру и форме	Направление			
3) годно по размеру, не годно по форме	I-I	60,008	60,005	60,000
4) не годно по размеру, годно по форме	II-II	60,007	60,010	60,006

5) по результатам измерения размера не установить годность по форме.

**4.1.** Какие виды допусков формы и расположения установлены в ГОСТ Р 53442-2015?

**5.1.** Какими способами могут быть указаны параметры шероховатости на чертежах деталей?

## Раздел "Метрология и технические измерения"

### Вариант 0

**1.1.** Отношения порядка и эквивалентности определены для физической величины:

- |                             |                       |
|-----------------------------|-----------------------|
| 1) температуры по Цельсию   | 2) силы землетрясения |
| 3) силы электрического тока | 4) времени            |

**2.1.** По способу получения информации измерения разделяют...

- 1) однократные и многократные
- 2) прямые, косвенные, совокупные и совместные
- 3) абсолютные и относительные
- 4) статические и динамические

**3.1.** Электрическое сопротивление нагрузки определяется по закону Ома  $R = U/I$ . При измерении силы тока и напряжения получены значения  $U = 100 \pm 1$  В,  $I = 2 \pm 0,1$  А. Результат измерения следует записать в виде ...

$$1) R = 48 \pm 10 \text{ Ом}; \quad 2) R = 50,0 \pm 1,1 \text{ Ом};$$

$$3) R = 50 \pm 3 \text{ Ом}; \quad 4) R = 50,0 \pm 2,2 \text{ Ом}$$

**4.1.** При многократном измерении отверстия получены отклонения от настроенного размера  $D$  в мкм: 0, +1, +2, +3, +1, -1. При вероятности  $P = 0,982$  коэффициент Стьюдента  $t_p = 3,465$ . Результат измерения следует записать...

$$1) -2 \text{ мкм} \leq D \leq +3 \text{ мкм}, P = 0,982; \quad 2) -1 \text{ мкм} \leq D \leq +3 \text{ мкм}, t_p = 3,465;$$

$$3) -4 \text{ мкм} \leq D \leq +6 \text{ мкм}, P = 0,982; \quad 4) -1 \text{ мкм} \leq D \leq +3 \text{ мкм}, P = 0,982$$

**5.1.** При выборе средства измерения для контроля фасованной продукции массой  $0,5 \pm 0,02$  кг предел допускаемой погрешности измерения целесообразнее принять равным ...

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

## Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

### Раздел "Взаимозаменяемость и технические измерения"

1. Основные определения: взаимозаменяемость, предельные отклонения, допуски, посадки.
2. Единая система допусков и посадок.
3. Системы посадок вала и отверстия.
4. Указание допусков и посадок на чертежах.
5. Виды допусков формы и расположения.
6. Указание допусков формы и расположения на чертежах
7. Шероховатость поверхностей: параметры.
8. Указание параметров шероховатости на чертежах.
9. Базы отсчета при измерении отклонений размеров, формы, расположения и параметров шероховатости.
10. Посадки подшипников качения. Требования к посадочным поверхностям валов и отверстий корпусов.
11. Посадки в резьбовых соединениях. Нормируемые параметры
12. Контроль параметров резьбовых поверхностей.
13. Посадки в шпоночных и шлицевых соединениях.

### Раздел "Метрология и технические измерения"

14. Основные определения: метрология, измерения, единство измерений, физическая величина.
15. Шкалы измерений физических величин.
16. Международная система единиц величин SI.
17. Виды и методы измерений.
18. Погрешности измерений, классификация.
19. Описание случайных погрешностей измерений.
20. Средства измерений, классификация.
21. Метрологические характеристики средств измерений.
22. Классы точности средств измерений.
23. Обработка результатов прямых однократных измерений.
24. Обработка результатов многократных измерений.
25. Обработка результатов косвенных измерений
26. Государственное регулирование обеспечения единства измерений.
27. Научные, организационные. правовые и технические основы обеспечения единства измерений.
28. Государственный метрологический надзор.
29. Утверждение типа, поверка, калибровка и сертификация средств измерений.

