

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Тульский государственный университет»

Политехнический институт
Кафедра «Инструментальные и метрологические системы»

Утверждено на заседании кафедры ИМС

«23» марта 2018г., протокол №8

Заведующий кафедрой


_____ Борискин О.И.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Метрология»

основной профессиональной образовательной программы
высшего образования – программы бакалавриата

по направлению подготовки
27.03.01 Стандартизация и метрология

с профилем
Метрология и метрологическое обеспечение

Формы обучения: *очная, заочная*

Идентификационный номер образовательной программы: 270301-01-18

Тула 2018

1 Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

Целью изучения дисциплины «Метрология» является формирование представлений в области метрологии, необходимых для решения задач обеспечения единства измерений и контроля качества продукции (услуг); метрологическому и нормативному обеспечению разработки, производства и испытаний продукции.

Задачами освоения дисциплины являются:

получение студентами знаний в области метрологии, способов обеспечения единства измерений и методов оценки их точности.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина относится к базовой части основной профессиональной образовательной программы.

Дисциплина (модуль) изучается в 3 семестре.

3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы (формируемыми компетенциями), установленными в общей характеристике основной профессиональной образовательной программы, приведён ниже.

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен:

Знать:

- 1) систему воспроизведения единиц физических величин и передачи размера средствам измерений (ПК-12, ПК-18, ПК-20)
- 2) методы и средства поверки, калибровки и юстировки средств измерений (ПК-12, ПК-18, ПК-20)
- 3) способы оценки точности и неопределенности результатов измерений (ПК-12, ПК-18, ПК-20);
- 4) принципы выбора методов и средств измерений (ПК-12, ПК-18, ПК-20).

Уметь:

- 1) проводить поверку и калибровку универсальных средств измерений (ПК-12, ПК-18);
- 2) проводить обработку результатов измерений и оценивать их точность (неопределенность) (ПК-12);
- 3) устанавливать нормы точности измерений и выбирать средства измерений и контроля (ПК-12, ПК-20);
- 4) применять аттестованные методики измерений (ПК-12);
- 5) применять законодательные и нормативные правовые акты, методические материалы по метрологии и метрологическому обеспечению (ПК-12, ПК-20).

Владеть:

- 1) навыками проведения однократных и многократных измерений, серий измерений (ПК-12, ПК-18);

- 2) навыками сбора и анализа данных, необходимых для проектирования средств измерения, проведения контроля и исследования параметров продукции (ПК-12, ПК-18, ПК-20);
- 3) навыками обработки экспериментальных данных и оформления результатов измерений (ПК-12, ПК-20).

4 Объем и содержание дисциплины (модуля)

4.1 Объем дисциплины (модуля), объем контактной и самостоятельной работы обучающегося при освоении дисциплины (модуля), формы промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

Номер семестра	Формы промежуточной аттестации	Общий объем в зачетных единицах	Общий объем в академических часах	Объем контактной работы в академических часах						Объем самостоятельной работы в академических часах
				Лекционные занятия	Практические (семинарские) занятия	Лабораторные работы	Клинические практические занятия	Консультации	Промежуточная аттестация	
Очная форма обучения*										
3	КП,Э	6	216	32	48			4,5	0,50	131
Итого	–	6	216	32	48			4,5	0,50	131
Заочная форма обучения*										
3	КП,Э	6	216	6	4	4		4,5	0,50	197
Итого	–	6	216	6	4	4		4,5	0,50	197

Условные сокращения: Э – экзамен, ЗЧ – зачет, ДЗ – дифференцированный зачет (зачет с оценкой), КП – защита курсового проекта, КР – защита курсовой работы.

4.2 Содержание лекционных занятий

Очная форма обучения

№ п/п	Темы лекционных занятий
3 семестр	
1	Качество измерений. Показатели качества измерений Точность измерений; Правильность измерений; Сходимость измерений; Воспроизводимость; Достоверность измерений.
2	Понятие о неопределенности измерений Типы неопределенностей: Отличие неопределенностей результатов измерений от погрешности измерений.

№ п/п	Темы лекционных занятий
3	Способы достижения качества измерений: Обеспечение необходимой точности измерений. Замена однократных измерений многократными. Определение необходимого числа измерений, позволяющего достичь требуемой точности; Особенности обработки результатов измерений, распределение вероятности которых не подчиняется нормальному закону, робастные методы обработки результатов многократных измерений.
4	Способы достижения качества измерений: Проведение нескольких серий измерений; Замена прямых измерений косвенными.
5	Способы достижения качества измерений: Обработка результатов косвенных измерений приближенным методом.
6	Способы достижения качества измерений: Обработка результатов косвенных измерений методом имитационного моделирования (Монте-Карло).
7	Обеспечение правильности измерений: Понятие о поправках, способы их внесения; Поправки и систематические погрешности.
8	Обеспечение правильности измерений: Виды систематических погрешностей и характер их проявления; Исключение систематических погрешностей: Исключение систематических погрешностей в процессе измерений.
9	Исключение систематических погрешностей: Исключение теоретических систематических погрешностей (погрешностей метода измерения).
10	Исключение систематических погрешностей: Учет систематических погрешностей, изменяющихся по сложному закону.
11	Исключение систематических погрешностей: Профилактика систематических погрешностей.
12	Исключение систематических погрешностей: Внесение поправок в показания при дефиците априорной информации. Ситуационное моделирование.
13	Обеспечение качества измерений путем выбора средств измерений необходимого класса точности: Понятие о классах точности средств измерений; Обозначение классов точности средств измерений.
14	Обеспечение качества измерений путем выбора средств измерений необходимого класса точности: Выбор средств измерений требуемого класса точности при решении различных метрологических (измерительных) задач. Понятие о метрологическом обеспечении: Цели и задачи метрологического обеспечения.
15	Понятие о метрологическом обеспечении: Цели и задачи метрологического обеспечения; Организационные, научные и методические основы метрологического обеспечения.
16	Понятие о единстве измерений: Структура, обеспечивающая единство измерений. Понятие о поверке и калибровке средств измерений.
17	Понятие о единстве измерений: Ремонт и юстировка средств измерений.

Заочная форма обучения

№ п/п	Темы лекционных занятий
3 семестр	
1	Качество измерений. Показатели качества измерений Точность измерений; Правильность измерений; Сходимость измерений; Воспроизводимость; Достоверность измерений.
2	Понятие о неопределенности измерений Типы неопределенностей: Отличие неопределенностей результатов измерений от погрешности измерений.
3	Способы достижения качества измерений: Обеспечение необходимой точности измерений. Замена однократных измерений многократными. Определение необходимого числа измерений, позволяющего достичь требуемой точности; Особенности обработки результатов измерений, распределение вероятности которых не подчиняется нормальному закону, робастные методы обработки результатов многократных измерений.

4.3 Содержание практических (семинарских) занятий

Очная форма обучения

№ п/п	Темы практических (семинарских) занятий
3 семестр	
1	Определение точности результатов измерений при заданной доверительной вероятности и при различных числах измерений (большом и малом). Округление среднего арифметического и оценки среднего квадратического отклонения по правилам метрологии.
2	Расчет неопределенностей типа А и В. Сравнение оценок точности результатов многократных измерений, сделанных на основе расчета погрешностей и неопределенностей.
3	Обеспечение необходимой точности измерений путем замены однократных измерений многократными. Определение минимально необходимого количества измерений.
4	Обработка результатов измерений, закон распределения вероятности которых не соответствует нормальному закону.
5	Обработка результатов нескольких серий измерений: проверка совпадения средних значений результатов измерений в сериях, проверка однородности дисперсий результатов измерений в сериях, обработка результатов однородных и неоднородных (неравноточных) серий измерений.
6	Косвенные измерения: обработка результатов измерений приближенным методом на уровне расчета числовых характеристик закона распределения вероятности результата измерений. Построение доверительного интервала.
7	Косвенные измерения: обработка результатов измерений методом имитационного моделирования (Монте-Карло).
8	Моделирование объекта измерений. Исключение теоретических систематических погрешностей (погрешностей метода измерений).
9	Внесение поправок при дефиците измерительной информации. Ситуационное моделирование.

№ п/п	Темы практических (семинарских) занятий
10	Классы точности средств измерений. Обозначение на циферблатах и в документации средств измерений.
11	Классы точности средств измерений. Оценка границ погрешностей результатов измерений с помощью классов точности.
12	Классы точности средств измерений. Назначение класса точности средству измерений.
13	Классы точности средств измерений. Выбор средства измерений класса точности, обеспечивающего необходимую точность измерения.

Заочная форма обучения*

№ п/п	Темы практических (семинарских) занятий
3 семестр	
1	Определение точности результатов измерений при заданной доверительной вероятности и при различных числах измерений (большом и малом). Округление среднего арифметического и оценки среднего квадратического отклонения по правилам метрологии.
2	Расчет неопределенностей типа А и В. Сравнение оценок точности результатов многократных измерений, сделанных на основе расчета погрешностей и неопределенностей.

1.4 Содержание лабораторных работ

Заочная форма обучения

№ п/п	Наименования лабораторных работ
3 семестр	
1	Обеспечение необходимой точности измерений путем замены однократных измерений многократными. Определение минимально необходимого количества измерений.
2	Обработка результатов измерений, закон распределения вероятности которых не соответствует нормальному закону.

1.5 Содержание клинических практических занятий

Занятия указанного типа не предусмотрены основной профессиональной образовательной программой.

4.6 Содержание самостоятельной работы обучающегося

Очная форма обучения

№ п/п	Виды и формы самостоятельной работы
3 семестр	
1	Подготовка к практическим занятиям с использованием учебников и методических указаний

№ п/п	Виды и формы самостоятельной работы
2	Самостоятельное изучение разделов дисциплины Метрологические организации, образующие метрологическую службу РФ; Метрологическая служба предприятия, организации, учреждения, являющихся юридическими лицами. Структура и функции метрологической службы предприятия, организации, учреждения, являющихся юридическими лицами; Правовые основы обеспечения единства измерений. Основные положения закона 26 июня 2008 года №102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений»; Поверочные схемы и поверочное оборудование.
3	Выполнение курсовой работы
4	Подготовка к аттестациям

Заочная форма обучения

№ п/п	Виды и формы самостоятельной работы
3 семестр	
1	Подготовка к практическим занятиям с использованием учебников и методических указаний
2	Самостоятельное изучение разделов дисциплины Метрологические организации, образующие метрологическую службу РФ; Метрологическая служба предприятия, организации, учреждения, являющихся юридическими лицами. Структура и функции метрологической службы предприятия, организации, учреждения, являющихся юридическими лицами; Правовые основы обеспечения единства измерений. Основные положения закона 26 июня 2008 года №102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений»; Поверочные схемы и поверочное оборудование.
3	Выполнение курсовой работы

5 Система формирования оценки результатов обучения по дисциплине (модулю) в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося

Очная форма обучения

Мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося		Максимальное количество баллов	
3 семестр			
Текущий контроль успеваемости	Первый рубежный контроль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		<i>Посещение лекционных занятий</i>	5
		<i>Работа на практических (семинарских) занятиях</i>	5
		<i>Контрольные мероприятия</i>	15
		<i>Выполнение курсовой работы</i>	5
		Итого	30
	Второй рубежный контроль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
	<i>Посещение лекционных занятий</i>	5	

Мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося			Максимальное количество баллов
		<i>Работа на практических (семинарских) занятиях</i>	5
		<i>Контрольные мероприятия</i>	15
		<i>Выполнение курсового проекта</i>	5
		Итого	30
Промежуточная аттестация	Экзамен		40 (100*)
	Защита курсового проекта		100

* В случае отказа обучающегося от результатов текущего контроля успеваемости

Заочная форма обучения

Мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося			Максимальное количество баллов
3 семестр			
Текущий контроль успеваемости	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:		
		<i>Посещение лекционных занятий</i>	10
		<i>Работа на практических (семинарских) занятиях</i>	10
		<i>Контрольные мероприятия</i>	30
		<i>Выполнение курсового проекта</i>	10
		Итого	60
Промежуточная аттестация	Экзамен		40 (100*)
	Защита курсового проекта		100

* В случае отказа обучающегося от результатов текущего контроля успеваемости

Шкала соответствия оценок в стобалльной и академической системах оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

Система оценивания результатов обучения	Оценки			
	Стобалльная система оценивания	0 – 39	40 – 60	61 – 80
Академическая система оценивания (экзамен, дифференцированный зачет, защита курсового проекта, защита курсовой работы)	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично

6 Описание материально-технической базы (включая оборудование и технические средства обучения), необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

- Для проведения лекционных и практических занятий требуется стандартная аудитория с доской для написания мелом или электронной доской.

- Рабочее место преподавателя при проведении лекционных и практических занятий должно быть оснащено видеопроектором, ноутбуком (компьютером);

7 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

7.1 Основная литература

1. Крылова Г. Д. Основы стандартизации, сертификации, метрологии: Учебник для Вузов. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: ЮНИТИ ДАНА, 2006. — 671 с.
2. Гончаров, А. А. Метрология, стандартизация и сертификация: учеб. пособие для вузов / А. А. Гончаров, В. Д. Копылов. — 6-е изд., стер. — М.: Академия, 2008. — 240 с.
3. Дворяшин, Б. В. Метрология и радиоизмерения: учеб. пособие для вузов / Б. В. Дворяшин. — М.: Академия, 2005. — 304с.
4. Метрология, стандартизация и сертификация: учебник для вузов / А. И. Аристов [и др.]. — 4-е изд., стер. — М.: Академия, 2008. — 384 с.

7.2 Дополнительная литература

1. Российская Федерация. Об обеспечении единства измерений: федер. закон РФ от 26 июня 2008 г. № 102-ФЗ: принят Гос. Думой 11 июня 2008 г.: одобрен Советом Федерации 18 июня 2008 г. — М.: Стандартинформ, 2008 — 33 с.
2. Артемьев Б.Г., Голубев С.М. Справочное пособие для специалистов метрологических служб. М.: ИПК Изд-во стандартов, 2004 — 648 с.
3. Володарский В.Я. Метрология. Теория и практика: / В.Я. Володарский. — М., 2002 — 207 с.
4. Радкевич Я.М. Метрология, стандартизация и сертификация [электронный ресурс]: учебник для бакалавров / Я.М. Радкевич, А.Г. Схиртладзе. — 5-е изд., перераб. и доп. — Электрон. текстовые данные. — Москва : Юрайт, 2014. — 813 с. — Режим доступа: http://biblionline.ru/thematic/24&id=urait.content.BD82477E-9FEF-40F1-A249-D253A3917934&type=c_pub - ЭБС Biblio online (Издательство «Юрайт») по паролю
5. Шишкин, И. Ф. Теоретическая метрология: учебник для вузов / И. Ф. Шишкин. — 4-е изд., перераб. и доп. — М. [и др.]: Питер, 2010. — 191 с.

8 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. Каталог образовательных Интернет-ресурсов/ [Электронный ресурс] — www. edu. Ru;
2. «Консультант плюс»;
3. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии — <http://www.gost.ru/wps/portal/>

9 Перечень информационных технологий, необходимых для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

9.1 Перечень необходимого ежегодно обновляемого лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

1. *Текстовый редактор Microsoft Word;*
2. *Программа для работы с электронными таблицами Microsoft Excel;*

9.2 Перечень необходимых современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы не требуются