



**ПРИМЕРНАЯ ПРОГРАММА
ДИСЦИПЛИНЫ**

" ОСНОВЫ МЕТРОЛОГИИ И МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ "

Для групп специальностей:

010 000-(За искл.011900;012500)	070 000 ; 190 000 ; 310 400 ;
020 000-(спец.: 022300;022400)	080 000 ; 200 000 ; 310 500 ;
030 000-(спец.: 030100; 030200; 030300)	090 000 ; 210 000 ; 310 600 ; 100 000 ; 220 000 ; 320 000 ;
040 000-(спец.: 040106;040500)	110 000 ; 240 000 ; 330 000 .
060 000-(по специальностям: 061600; 061700; 061800)	120 000 ; 250 000 ; 130 000 ; 260 000 ;
230 000- (за исключением спец.: 230500; 230600)	140 000 ; 270 000 ; 150 000 ; 280 000 ;
290 000- (за исключением спец.: 290100; 290200)	170 000 ; 300 000 ; 180 000 ; 310 000 ;

Издание официальное

Государственный комитет Российской Федерации
по высшему образованию

*

Москва

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПО ВЫСШЕМУ ОБРАЗОВАНИЮ

Одобрена научно-методическим советом по метрологии, стандартизации и сертификации
Председатель
С.С.Каниовский

Составлена в соответствии с государственными требованиями к минимуму содержания и уровню подготовки выпускников по указанным специальностям.
Утверждаю:
Начальник Главного управления образовательно-профессиональных программ и технологий

Ю.Г.Татур

ПРИМЕРНАЯ ПРОГРАММА
ДИСЦИПЛИНЫ

" ОСНОВЫ МЕТРОЛОГИИ И МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ "

Для групп специальностей:

010 000-(За искл.011900;012500) 070 000 ; 190 000 ; 310 400 ;
020 000-(спец.: 022300;022400) 080 000 ; 200 000 ; 310 500 ;
030 000-(спец.: 030100; 030200; 030300) 090 000 ; 210 000 ; 310 600 ;
040 000-(спец.: 040106;040500) 110 000 ; 240 000 ; 330 000 .
060 000-(по специальностям: 061600; 061700; 061800) 120 000 ; 250 000 ;
130 000 ; 260 000 ;
230 000- (за исключением спец.: 230500; 230600) 140 000 ; 270 000 ;
150 000 ; 280 000 ;
290 000- (за исключением спец.: 290100; 290200) 170 000 ; 300 000 ;
180 000 ; 310 000 ;

Москва, 1996 г.

Примерная программа дисциплины
"Основы метрологии и метрологического обеспечения."

Для групп специальностей

010 000 - Естественнонаучные специальности:
(За исключением специальностей:
011 900 - Ботаника;
012 500 - География)

020 000 - Гуманитарно-социальные специальности
(по специальностям:
022 300 - Физическая культура и спорт;
022 400 - Судебная экспертиза)

030 000 - Образование
(по специальностям:
030 100 - Информатика;
030 200 - Естествознание;
030 300 - Экономика)

040 000 - Здравоохранение
(по специальностям:
040 106 - Лечебное дело;
040 500 - Фармация)

060 000 - Экономика и управление
(по специальностям:
061 600 - Товароведение и коммерческая экспертиза качества;
061 700 - Статистика
061 800 - Математические методы и исследование операций в экономике)

070 000 - Междисциплинарные естественно-технические специальности
(по всему перечню специальностей)

080 000 - Геология и разведка полезных ископаемых
(по всему перечню специальностей)

090 000 - Разработка полезных ископаемых
(по всему перечню специальностей)

100 000 - Энергетика и энергомашиностроение
(по всему перечню специальностей)

- 110 000 - Metallургия
(по всему перечню специальностей)
- 120 000 - Машиностроение и металлообработка
(по всему перечню специальностей)
- 130 000 - Авиационная и ракетно-космическая техника
(по всему перечню специальностей)
- 140 000 - Морская техника
(по всему перечню специальностей)
- 150 000 - Наземные транспортные средства
(по всему перечню специальностей)
- 170 000 - Технологические машины и оборудование
(по всему перечню специальностей)
- 180 000 - Электротехника
(по всему перечню специальностей)
- 190 000 - Приборостроение
(по всему перечню специальностей)
- 200 000 - Электронная техника, радиотехника и связь
(по всему перечню специальностей)
- 210 000 - Автоматика и управление
(по всему перечню специальностей)
- 220 000 - Информатика и вычислительная техника
(по всему перечню специальностей)
- 230 000 - Сервис (за исключением специальностей:
230 500 - Социально-культурный сервис и туризм
230 600 - Домоведение)
- 240 000 - Эксплуатация транспорта
(по всему перечню специальностей)
- 250 000 - Химическая технология
(по всему перечню специальностей)
- 260 000 - Воспроизводство и переработка лесных ресурсов
(по всему перечню специальностей)
- 270 000 - Технология продовольственных продуктов
(по всему перечню специальностей)
- 280 000 - Технология товаров широкого потребления
(по всему перечню специальностей)
- 290 000 - Строительство и архитектура
(за исключением специальностей:
290 100 - Архитектура;

- 290 200 - Дизайн архитектурной среды)
- 300 000 - Геодезия и картография
(по всему перечню специальностей)
- 310 000 - Сельское и рыбное хозяйство
(за исключением специальностей:
310 400 - Защита растений;
310 500 - Шелководство;
310 600 - Селекция и генетика сельскохозяйственных культур)
- 320 000 - Экология и природопользование
(по всему перечню специальностей)
- 330 000 - Безопасность жизнедеятельности
(по всему перечню специальностей)

1. Предисловие

Целью данной дисциплины является рассмотрение общих закономерностей проявлений количественных и качественных свойств объектов материального мира посредством измерительных процедур (измерений) и использования полученной при измерениях информации о количественных свойствах объектов для целенаправленной производственной, научной, испытательной и иной, нуждающейся в новой информации, деятельности.

Программа учитывает, что задачей дисциплины "Основы метрологии и метрологического обеспечения" не может быть изучение метрологии как науки и ее прикладных проблем в полном объеме. Поэтому внимание уделено рассмотрению основных закономерностей измерений, влияния качества измерений на качество конечных результатов деятельности, методов и средств обеспечения единства измерений и основных положений Закона РФ "Об обеспечении единства измерений".

Содержание и построение программы определены, исходя из необходимости изучения следующих аспектов обеспечения единства измерений.

1. Мировоззренческое значение метрологии как науки и принципы, лежащие в основе обеспечения единства измерений.
2. Закономерности формирования средствами измерений ко-

личественных свойств материальных объектов и оценки качества результатов измерений.

3. Методы и средства повышения качества измерений.

4. Задачи метрологического обеспечения измерительных процедур и методы их решения.

5. Правовые, юридические и иные положения, содержащиеся в Законе Российской Федерации "Об обеспечении единства измерений" и других нормативных документах.

Существование общих закономерностей не исключает наличия специфических особенностей видов измерений в конкретных областях деятельности. Поэтому при разработке рабочих программ вузами изучение общих закономерностей измерений и метрологического обеспечения необходимо дополнять особенностями области деятельности, для которой ведется подготовка бакалавров и инженеров.

Для выполнения программы в учебном плане необходимо предусмотреть 36 часов лекций, 18 часов практических занятий и 18 часов лабораторных работ: всего 72 часа.

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Введение

Определение метрологии как науки, научные и прикладные задачи метрологии. Краткий исторический очерк развития метрологии.

Раздел 1. Основные понятия метрологии

Основные понятия, связанные с объектами измерения: свойство, физическая величина, количественные и качественные проявления свойств объектов измерений и их отображения на шкалы измерений. Виды шкал и их особенности: шкалы наименований, порядка, интервалов и отношений. Единица величины, основной принцип измерения, результат измерения, погрешность результата измерения. Истинное и действительное значение измеряемой величины.

Основные понятия, связанные со средствами измерения (СИ): классификация СИ, классификация математических моделей аналоговых СИ (статическая и динамическая характеристики и их влияние на характер измерения). Математическая модель цифрового СИ. Погрешность воспроизведения СИ размера единицы. Метрологические характеристики СИ.

Раздел 2. Единицы величин, их эталоны и классификация измеряемых величин

Принципы деления величин на основные и производственные. Система единиц СИ: основные и дополнительные единицы и их определения. Кратные и дольные единицы. Формирование единиц и размерностей производных единиц. Эталоны и стандартные образцы.

Классификация измеряемых величин: детерминированные и случайные, сосредоточенные и распределенные, непрерывные и дискретные.

Раздел 3. Элементы теории качества измерений

Основные источники погрешностей: несовершенство СИ (погрешность воспроизведения размера единицы измеряемой величины и инерционные свойства), измеряемая величина и возмущения и помехи (аддитивные), действующие на нее, отклонения условий измерения от номинальных, несовершенство метода измерения, несовершенство плана измерения. Структурная схема измерения и формирования погрешности. Классификация погрешностей: методические, инструментальные, личные, мультипликативные и аддитивные, систематические и случайные, грубые, в статическом и динамическом режиме измерения, основные и дополнительные. Алгоритмы определения составляющих и суммарной погрешности. Экспериментальные способы определения составляющих и суммарной погрешности в статическом режиме измерения. Способы исключения и уменьшения погрешности.

Раздел 4. Элементы теории проверки статистических гипотез (измерения в шкале наименования)

Понятие статистической гипотезы, критерии проверки, статистика критерия. Общая логическая схема построения критерия проверки гипотез. Типы гипотез: простые, сложные, параметрические, непараметрические. Лемма Наймана-Пирсона. Проверка гипотез о параметрах нормального распределения. Критерий согласия хи - квадрат, критерии Колмогорова, Смирнова, Вилкоксона, омега - квадрат и знаков. Понятие выборочного контроля. Планы контроля по качественному и количественным признакам.

Раздел 5. Многократные измерения и алгоритмы их обработки

Понятие многократного измерения как случайной последовательности. Алгоритмы обработки многократных измерений постоянной величины: некоррелированных равноточных и неравноточных и коррелированных равноточных. Алгоритм обработки независимых многократных измерений переменной измеряемой величины. Интервальная оценка измеряемой величины при обработке многократных измерений. Обработка результатов косвенных измерений. Точечная и интервальная оценка дисперсии результата многократных измерений.

Раздел 6. Основы метрологического обеспечения

Понятие метрологического обеспечения. Научные организационные и технические основы метрологического обеспечения. Установление рациональной номенклатуры измеряемых параметров (величин) и норм точности измерений. Разработка и аттестация методик выполнения измерений. Установление номенклатуры средств измерений. Организация и обеспечение метрологического обслуживания средств измерений. Метрологическая экспертиза проектов нормативно-технической, конструкторской и технологической документации. Экономические проблемы метрологического обеспечения.

Раздел 7. Правовые основы обеспечения единства измерений

Основные понятия, используемые в Законе РФ об обеспечении единства измерений: метрологическая служба, метрологический контроль и надзор, поверка и калибровка средств измерений, сертификат об утверждении типа средств измерений, сертификат о калибровке, лицензия на изготовление средств измерений. Задачи и структура Метрологической службы. Задачи, сфера деятельности и правовые основы Государственного контроля и надзора. Важнейшие нормативные документы по метрологии и метрологическому обеспечению.

3. Примерный перечень практических занятий

Желательно практические занятия строить на метрологических задачах, характерных для конкретной специальности. Целевая направленность этих занятий должна быть ориентирована на приобретение навыков:

- формирования размерностей производных единиц;
- использования расчетных соотношений для определения составляющих и суммарной погрешности, вызываемых такими факторами как погрешность воспроизведения СИ размера единицы величины и инерционность СИ, аддитивные помехи, отклонение условий измерения от номинальных и т.д.;
- построения алгоритмов обработки многократных измерений;
- использования различных критериев проверки статистических гипотез и оценки их эффективности.

Примеры:

3.1 Практические занятия для закрепления навыков расчета мультипликативной и аддитивной погрешности результата измерения в динамическом режиме.

Исходные данные:

1. Измеряемая величина, изменяющаяся по линейному закону.
2. Передаточная функция СИ, соответствующая инерционному звену.

Требуется определить:

1. Выражения для мультипликативной и аддитивной составляющих погрешности.
 2. Проанализировать причины появления этих составляющих. Варьируя характером изменения измеряемой величины и видом передаточной функции СИ, на практическом занятии можно рассмотреть несколько вариантов расчета.
- 3.2 Практические занятия для закрепления навыков построения алгоритмов обработки многократных измерений

Исходные данные:

1. Измеряемая величина – постоянная.
2. Три результата измерения, полученные в разные моменты времени.
3. Каждый результат измерения, как случайная величина, имеет центрированную погрешность со своей дисперсией (не равноточные измерения)

Требуется определить:

1. Структуру алгоритма обработки результатов измерений.
 2. Выражения для весовых коэффициентов алгоритма.
 3. Выражение для дисперсии результата обработки многократных измерений.
- Целесообразно одно практическое занятие посвятить ус-

воению правовых основ обеспечения единства измерений.

4. ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Тематика лабораторных работ должна строиться также с учетом особенностей метрологических задач специальности. Целевая направленность этих работ должна быть ориентирована на следующее:

1. Экспериментальные способы определения составляющих погрешности результата измерения: с использованием образцовых средств, способа замещения, способа противопоставления, с использованием многократных измерений.
2. Многократные измерения – равноточные и неравноточные, их обработка и оценка качества результата обработки (точечная и интервальная).
3. Проверка статистических гипотез нормальности закона распределения, равенства математических ожиданий, дисперсий, согласия с различными законами распределения.

Примеры.

4.1. Лабораторная работа "Экспериментальное определение мультипликативной и аддитивной погрешности результата измерения в статическом режиме"

Исходным соотношением для данной лабораторной работы является статическая характеристика СИ.

Выражение для погрешности результата измерения имеет мультипликативную и аддитивную составляющие, зависящие от коэффициента чувствительности и смещения нуля.

Таким образом, для определения составляющих погрешности результата измерения нужно найти значения этих двух параметров.

Для постановки лабораторной работы нужно иметь: рабочее СИ и образцовое СИ, способное сформировать два разных действительных значения. Для того чтобы уменьшить влияние слу-

чайной погрешности, целесообразно по каждому действительному значению провести многократные измерения и результаты измерений обработать по формуле среднего арифметического.

4.2. Лабораторная работа " Обработка неравноточных многократных измерений "

Для постановки лабораторной работы привлекают несколько рабочих СИ с разными классами точности, например, микрометр, штангенциркуль и обыкновенная линейка.

В качестве измеряемой величины берется некоторая постоянная величина. Работа выполняется в два этапа:

Этап 1 - определение дисперсии результата измерения, обеспечиваемого рабочими СИ, с использованием выражений для оценки среднего значения и дисперсии.

Этап 2 - Расчет весовых коэффициентов алгоритма обработки и получение результатов обработки многократных измерений.

Работу можно продолжить до экспериментального определения дисперсии результата обработки многократных измерений.

5. Использование ЭВМ

Применение ЭВМ в изучении дисциплины рекомендуется в двух аспектах.

Во-первых, как инструмент выполнения расчетов на практических занятиях и лабораторных работах.

Во-вторых, для обучения и контроля знаний студентов по разделам дисциплины.

Использование ЭВМ в первом случае может базироваться на стандартном программном обеспечении, использующим алгоритмы математической статистики.

Что касается второго аспекта использования ЭВМ, то тут нужна обучающая программа. Такой универсальной программы нет и вузам с учетом особенностей своих направлений целесообразно самим создавать такие обучающие программы.

Литература.

1. Основная:

- 1.1. Бурдун Г.Д., Марков Б.Н. Основы метрологии. Учебное пособие. М., Изд-во Стандартов, 1985
- 1.2. Закон Российской Федерации об обеспечении единства измерений.

2. Дополнительная:

- 2.1. Тюрин Н.И. Введение в метрологию. Учебное пособие, М., Изд-во Стандартов, 1985
- 2.2. Рабинович С.Г. Погрешности измерений. Л., Энергия, 1978.
- 2.3. Шишкин И.Ф. Основы метрологии, стандартизации и контроля качества. Учебное пособие - М., Изд-во Стандартов, 1987.
- 2.4. Винник. Б.И., Артемьев Б.Г. Метрологический надзор., М., Изд-во стандартов, 1980.

Программу составили:

Назаров Н.Г. - профессор Московского государственного технического университета им.Н.Э.Баумана
Лукашов Ю.Е. - доцент Московского государственного института электроники и математики (технического университета).

Ответственный редактор Схиртладзе А.Г. - профессор Московского государственного технологического университета "Станкин"