



**ПРИМЕРНАЯ ПРОГРАММА
ДИСЦИПЛИНЫ**

" ОСНОВЫ МЕТРОЛОГИИ И МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ "

Для направлений:

510300 - 510700,	521900 - 522300,
510900 - 511100,	540100 , 540300,
511300, 511400,	550100 - 552100,
521600,	552300 - 561100

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 направлениям .

Утверждаю:

Начальник Главного управления
образовательно-профессиональных программ и технологий

Ю.Г.Татур

**ПРИМЕРНАЯ ПРОГРАММА
ДИСЦИПЛИНЫ**

" ОСНОВЫ МЕТРОЛОГИИ И МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ "

Для направлений:

510300 - 510700, 521900 - 522300,
510900 - 511100, 540100 , 540300,
511300, 511400, 550100 - 552100,
521600, 552300 - 561100

Москва, 1996 г.

Примерная программа дисциплины
"Основы метрологии и метрологического обеспечения."

Для направлений:

510300 - Механика;
510400 - Физика;
510500 - Химия;
510600 - Биология;
510700 - Почвоведение;
510900 - Гидрометеорология;
511000 - Геология;
511100 - Экология и природопользование;
511300 - Механика, прикладная математика;
511400 - География и картография;
521600 - Экономика;
521900 - Физическая культура;
522000 - Коммерция;
522100 - Аграрная экономика (Агрозкономика);
522200 - Статистика;
522300 - Информационные системы в экономике;
540100 - Естествознание;
540300 - Социально-экономические знания;
550100 - Строительство;
550200 - Автоматизация и управление;
550300 - Полиграфия;
550400 - Телекоммуникации;
550500 - Металлургия;
550600 - Горное дело;
550700 - Электроника и микроэлектроника;
550800 - Химическая технология и биотехнология;
550900 - Теплоэнергетика;
551000 - Авиа- и ракетостроение;
551100 - Проектирование и технология электронных средств;
551200 - Технология изделий текстильной и легкой промышленности;
551300 - Электротехника, электромеханика и электро-технологии;
551400 - Наземные транспортные системы;

- 551500 - Приборостроение;
- 551600 - Материаловедение и технология новых материалов;
- 551700 - Электроэнергетика;
- 551800 - Технологические машины и оборудование;
- 551900 - Оплотехника;
- 552000 - Эксплуатация авиационной и космической техники;
- 552100 - Эксплуатация транспортных средств;
- 552300 - Геодезия;
- 552400 - Технология продуктов питания;
- 552500 - Радиотехника;
- 552600 - Кораблестроение и океанотехника;
- 552700 - Энергомашиностроение;
- 552800 - Информатика и вычислительная техника;
- 552900 - Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств;
- 553000 - Системный анализ и управление;
- 553100 - Техническая физика;
- 553200 - Геология и разведка полезных ископаемых;
- 553300 - Прикладная механика;
- 553400 - Архитектура;
- 553500 - Защита окружающей среды;
- 553600 - Нефтегазовое дело;
- 560100 - Агрохимия и агропочвоведение;
- 560200 - Агрономия;
- 560400 - Зоотехния;
- 560500 - Ветеринария;
- 560600 - Землеустройство и земельный кадастр;
- 560700 - Природообустройство;
- 560800 - Агроинженерия;
- 560900 - Лесное дело;
- 561000 - Рыболовство;
- 561100 - Водные биоресурсы и аквакультура.

1. Предисловие

1.1. Дисциплина "Основы метрологии и метрологического обеспечения" состоит из трех структурно и методически связанных разделов: "Теоретические основы метрологии", "Основы

прикладной метрологии" и "Правовые основы обеспечения единства измерений".

Указанная дисциплина является фундаментальной в подготовке бакалавров. Это одна из важных дисциплин общинженерного цикла.

При разработке рабочих программ вузы могут вноситься дополнения и коррективы, отражающие традиции данного учебного заведения и особенности подготовки специалистов конкретного профиля. Допускается в исключительных случаях частично изменение названия дисциплины, уточняющее ее содержание. При этом должны быть выполнены требования Государственного образовательного стандарта по соответствующей специальности в разделах требований к уровню подготовки выпускников и обязательному минимуму содержания учебных дисциплин.

В любой области науки, техники, производства постоянно повышаются требования к точности, надежности, эффективности функционирования технических систем различного назначения. Обеспечить указанные показатели невозможно без измерения большого количества параметров и характеристик разнообразных устройств, систем и процессов. Поскольку по результатам измерений принимаются весьма ответственные решения, то должна быть уверенность в точности и достоверности результатов измерения. Нередко однотипные контрольно-измерительные операции выполняются в различное время, в различных местах и с использованием различных технических средств. При этом на первый план выдвигается задача обеспечения единства измерений и контроля, т.е. сопоставимости и сходимости их результатов.

Предлагаемая дисциплина призвана сформировать у бакалавров систему знаний и навыков, необходимых для решения задач измерений и метрологического обеспечения в сфере их профессиональной деятельности.

Изучение курса "Основы метрологии и метрологического обеспечения" должно быть согласовано с изучением других общинженерных и специальных дисциплин. Желательно хотя бы предварительное знакомство студента с областью предстоящей деятельности.

Предполагается, что чтение теоретического курса сопровождается практическими и лабораторными занятиями,

развивающими и закрепляющими необходимые навыки.

1.2. Раздел "Теоретические основы метрологии" вводит студентов в круг проблем метрологии как научной дисциплины и сферы деятельности. В нем приводятся сведения об основных понятиях, связанных с методами и средствами измерений, излагаются основы построения систем единиц измерений, эталонах, описываются базовые модели измерительных процедур, методы оценки показателей качества измерений и обработки измерительной информации.

При изучении данного раздела необходимо выработать у студентов навыки анализа типовых методик измерения, описание структуры образования погрешностей и оценки ее параметров, а также учета влияния обработки результатов измерений на количественные и качественные характеристики измерительной информации. Примеры для анализа измерительных процедур желательно выбирать из области деятельности будущего специалиста.

1.3. В разделе "Основы прикладной метрологии" рассматриваются вопросы, связанные с методическими и организационными аспектами измерений и метрологического обеспечения соответствующей отрасли техники или технологии. В этой части курса излагаются вопросы выбора контролируемых параметров, обоснования требований к средствам и методам измерений, методика поверки средств измерений (СИ), дается представление о метрологическом сопровождении процессов разработки, производства, испытаний и эксплуатации технических объектов. Существенное внимание уделено технологии контроля с точки зрения его достоверности и эффективности.

На практических занятиях, сопровождающих теоретический материал, рекомендуется рассмотреть задачи выбора измеряемых параметров, а также средств и методов их измерения, метрологической экспертизы проекта несложного технического изделия и обоснования требований к системе входного или выходного контроля.

1.4. Небольшой по объему раздел "Правовые основы обеспечения единства измерений" посвящен рассмотрению задач, связанных с организацией работ по обеспечению достоверности и единства измерения как на государственном уровне, так и на

уровне отдельного предприятия.

В разделе изучаются основные положения закона РФ о единстве измерений, рассматриваются структура и функции государственной, региональной и отраслевой метрологической служб, а также метрологической службы предприятия. Излагаются основы организации метрологического контроля и надзора на всех уровнях. Даются краткие сведения о поверочной и калибровочной деятельности. Изложение опирается на действующие нормативно-правовые документы в указанной сфере.

На практических занятиях рекомендуется рассмотреть структуру, функциональные задачи и организацию деятельности метрологической службы предприятия (организации).

Лабораторные занятия, сопровождающие курс должны способствовать развитию у учащихся навыка практической работы с наиболее характерными для данной профессиональной области средствами измерений, методиками измерений, контроля и обработки результатов измерений.

Программа рассчитана на 36 часов лекций, 18 часов практических занятий, 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. Значение метрологии в развитии науки, техники и производства.

Раздел 1. Теоретические основы метрологии.

1.1. Основные понятия, связанные с объектами измерения: свойство, величина, количественные и качественные проявления свойств объектов материального мира.

1.2. Шкала измерения как модель отображения проявления свойств материальных объектов и отношений между ними. Виды шкал измерений: наименования, порядка, интервалов и отношений.

1.3. Основные понятия, связанные со средствами измерений (СИ): статические и динамические модели аналоговых и цифровых средств измерения.

1.4. Эталон единицы величины как основа для получения значения измеряемой величины. Международная система единиц (СИ): основные и дополнительные единицы, кратные и дольные единицы. Формирование единиц и размерностей производных единиц. Эталоны и стандартные образцы. Классификация измеряемых величин: детерминированные и случайные.

1.5. Закономерности формирования результата измерения. Понятие погрешности результата измерения. Основные источники погрешностей: несовершенство СИ, взаимодействие СИ с объектом измерения, отклонение условий измерения от нормальных, несовершенство метода измерения и плана измерения, помехи и возмущения, действующие на входе и выходе СИ. Структурная схема измерения и формирования погрешности.

1.6. Классификация погрешностей: методические, мультипликативные, аддитивные, систематические, случайные, личные, грубые, основные и дополнительные в статическом и динамическом режиме измерений. Алгоритмы определения составляющих и полной погрешности. Способы уменьшения и исключения погрешностей.

1.7. Измерение в шкале наименований. Теория проверки статистических гипотез как основа анализа измерений в шкале наименований. Понятие статистической гипотезы и типы гипотез: простая, сложная, параметрическая, непараметрическая. Проверка гипотез, о параметрах нормального распределения. Критерий согласия - квадрат, критерии Колмогорова, Смирнова, Вилкоксона, Омега - квадрат. Понятие выборочного контроля. Планы контроля по качественному и количественному признаку.

1.8. Понятие многократного измерения. Алгоритмы обработки многократных измерений для случая, когда измеряемая величина представляется математической моделью в форме обобщенного ряда Фурье. Обработка косвенных измерений. Точечная и интервальная оценка результата обработки многократных измерений.

Раздел 2. Основы прикладной метрологии.

2.1. Основные задачи прикладной метрологии: экспериментальная оценка качества результатов измерений, поверка и калибровка СИ, установление рациональной номенклатуры СИ, разработка и аттестация методик выполнения измерений, метрологическая экспертиза нормативнотехнической, конструкторской и технологической документации, метрологическое обеспечение производства, испытаний и эксплуатации технических изделий и т.д.

2.2. Поверка СИ. Государственные и локальные схемы поверки. Теоретические основы поверки. Методики поверки. Показатели качества поверки. Аттестация СИ.

2.3. Понятие метрологического обеспечения. Организационные, научные и методические основы метрологического обеспечения. Процедуры выбора рациональной совокупности контролируемых параметров и СИ. Организация и содержание работ по метрологическому сопровождению и экспертизе работ по проектированию, подготовке производства, производству и эксплуатации технических изделий и систем. Метрологическое обеспечение испытаний.

Раздел 3. Правовые основы обеспечения единства измерений

3.1. Основные положения Закона РФ об обеспечении единства измерений. Структура и функции метрологической службы. Государственный метрологический контроль и надзор. Калибровка и сертификация СИ.

3.2. Структура и функции метрологической службы предприятия, организации, учреждения, являющиеся юридическими лицами.

4. 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:

4.1 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. Выражение 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.

4.2 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 равнооточные 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 усвоению правовых основ обеспечения единства измерений.

5. 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, способ замещения, способ противопоставления, с использованием многократных измерений.
2. Многократные измерения - равнооточные и неравнооточные, 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.

5.1. 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 случайной погрешности, целесообразно по каждому действительному значению привести многократные измерения и результаты измерений обработать по формуле среднего арифметического.

5.2. 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 рабочими СИ на основе выражения для оценки 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.

6. Использование ЭВМ

Применение ЭВМ в изучении дисциплины рекомендуется в трех аспектах.

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

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

В-третьих, для моделирования процессов измерения, метрологического обеспечения и т.п.

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.

7. Литература

Основная

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

Дополнительная

- 7.3. Тюрин Н.И. Введение в метрологию. Учебное пособие, М., Изд-во Стандартов, 1985.
- 7.4. Рабинович С.Г. Погрешности измерений. Л., Энергия, 1978.
- 7.5. Шишкин И.Ф. Основы метрологии, стандартизации и контроля качества. Учебное пособие - М., Изд-во Стандартов, 1987.
- 7.6. Винник В.П., Артемьев Б.Г. Метрологический надзор, М., Изд-во Стандартов, 1980.

Программу составили:

Назаров Н.Г. - профессор Московского государственного технического университета им.Н.Э.Баумана
Лукашев Ю.Е. - доцент Московского института электронного машиностроения.

Ответственный редактор:

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