

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.
ШУХОВА» (БГТУ им. В.Г. Шухова)**



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины
ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИЗМЕРЕНИЙ И ЭТАЛОНЫ

направление подготовки (специальность):

27.03.01 «Стандартизация и метрология»

Направленность программы (профиль, специализация):

«Метрология, стандартизация и сертификация»

Квалификация:

бакалавр

Форма обучения

очная

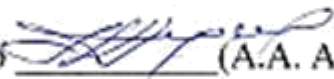
Институт: информационных технологий и управляющих систем

Кафедра: Стандартизация и управление качеством

Белгород – 2015

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 27.03.01. «Стандартизация и метрология» (уровень бакалавриата) (приказ Минобрнауки от 6.03.2015 г. №168)
- плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 2015 году.

Составитель (составители): д.т.н., профессор  (А.А. Афанасьев)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой

Стандартизация и управление качеством

Заведующий кафедрой: д.т.н., профессор  (А.А. Афанасьев)

« 27 » 04 2015 г.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 27 » 04 2015 г., протокол № 7/1

Заведующий кафедрой: д.т.н., профессор  (А.А. Афанасьев)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 27 » 04 2015 г., протокол № 6/1

Председатель  (Ю.И. Солопов)

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Формируемые компетенции			Требования к результатам обучения
№	Код компетенции	Компетенция	
Профессиональные			
1	ПК-3	Способность выполнять работы по метрологическому обеспечению и техническому контролю; использовать современные методы измерений, контроля, испытаний и управления качеством	В результате освоения дисциплины обучающийся должен Знать: физический смысл понятия «метрологическое обеспечение»; физические основы методов измерений, контроля и испытаний. Уметь: ставить задачи при осуществлении измерительного эксперимента Владеть: навыками подготовки к проведению метрологических измерений

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Содержание дисциплины основывается и является логическим продолжением следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Физика

Содержание дисциплины служит основой для изучения следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Метрология
2	НИР по специальности
3	Методы и средства измерений и контроля
4	Контроль качества материалов и изделий

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зач. единиц, 144 часов.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 4
Общая трудоемкость дисциплины, час	144	144
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	51	51
лекции	17	17
лабораторные	17	17
практические	17	17
Самостоятельная работа студентов, в том числе:	93	93
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графические задания		
Индивидуальное домашнее задание	ИДЗ 9	ИДЗ 9
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>		
Форма промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	Экзамен	Экзамен

4.СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объем

Курс 2 Семестр 4

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1. Элементы методов теории подобия и анализа размерностей					
	Определение размерности. Размерные и безразмерные величины. Размерности производных величин. Анализ размерностей физических величин. П-теорема. Подобные системы. Критерии подобия.	4	8		20
2. Измерительные системы					
	Принципы построения измерительных систем. Основные функции измерительной системы. Идеализированная блок-схема измерительной системы. Важнейшие функциональные блоки измерительной системы. Датчики. Преобразование сигналов. Измерительные преобразователи. Преобразование неэлектрических сигналов в электрические. Классификация измерительных преобразователей. Методы измерений, область их применения, их достоинства и недостатки.	2	3	6	15
3. Элементы современной физической картины мира					
	Физическая картина мира. Механическая и электромагнитная картины мира. Кризис физики и "новейшая революция в естествознании". Постоянные необратимые изменения Вселенной и стабильность фундаментальных физических постоянных: Принципы организации современного научного знания. Пространство и время, поле и вещество, взаимодействие, взаимопревращения частиц, физический вакуум, вероятность в современной картине мира	2			10
4. Квантово-механическое описание отдельных частей физической картины мира					
	Элементы квантовой теории. Дискретность (квантование). Корпускулярно-волновой дуализм. Соотношение неопределенности и принцип дополнительности как причины невозможности полного устранения неопределенности результатов измерений. Взаимовлияние объектов микро- и макромира. Шумы: влияние броуновского движения, тепловой шум, дробовой эффект, фликкер-эффект, генерационно-рекомбинационный шум, квантовый шум. Фазочувствительные детекторы и усилители. Самодвижение материи как фундамен-	3			10

	тальный источник погрешностей измерений.				
5. Фундаментальные пределы точности измерений					
	Современные представления о микро- и макромире. Неразрывная связь микромира и макромира. Виды взаимодействий. Элементарные частицы. Потенциальные ресурсы стабильности параметров физических объектов микромира. Физико-техническое обеспечение инженерных решений проблемы передачи стабильности объектов микромира микроскопическим объектам измерительных приборов и систем.	2			16
6. Адиабатические инварианты. Физические принципы создания современной эталонной базы с использованием физических эффектов и явлений					
	Термоэлектрические явления: Зеебека эффект, явления Пельтье, Томсона. Термопреобразователь сопротивления. Гальваномагнитные эффекты: эффект Холла, Эттинсгаузена, Нернста, магниторезистивный. Квантованное сопротивление Холла и фундаментальные постоянные. Создание эталонов с помощью квантованного эффекта Холла. Явление сверхпроводимости. Эффекты Джозефсона. Применение эффектов Джозефсона для создания эталонов. Эффект Ааронова-Бома. Единая теория поля Вейля. Связь эффектов Комптона, Мейснера, Зеемана, Вавилова-Черенкова, Мессбауэра фотоэффекта, с положениями Единой теории поля и эффектом Ааронова-Бома на квантовом уровне. Применение квантовых эффектов для создания эталонов	4	6	11	22
	ВСЕГО	17	17	17	93

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр № <u>4</u>				
1	Элементы методов теории подобия и анализа размерностей	Анализ размерности	4	4
2	Элементы методов теории подобия и анализа размерностей	Метод подобия	4	4
3	Адиабатические инварианты. Физические принципы создания современной эталонной базы с использованием физических эффектов и явлений	Эталон массы	2	2
4	Адиабатические инварианты. Физические принципы создания современной эталонной базы с использованием физических эффектов и явлений	Эталоны электрических величин	4	4
5	Измерительные системы	Расчеты для основных физических величин	2	2
6	Измерительные системы	Расчеты линейных величин	1	1
ИТОГО:			17	17
ВСЕГО:				34

4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр № <u>4</u>				
1	Классические измерительные системы	Изучение измерительных датчиков, как элементов измерительных систем.	4	4
2	Физические принципы создания современной эталонной базы с использованием физических эффектов и явлений	Изучение термоэлектрических эффектов	2	2
3	Классические измерительные системы	Изучение систем измерительных приборов.	2	2
4	Адиабатические инварианты. Физические принципы создания современной эталонной базы с использованием физических эффектов и явлений	Изучение работы электронного осциллографа.	3	3
5	Адиабатические инварианты. Физические принципы создания современной эталонной базы с использованием физических эффектов и явлений	Измерение температуры термодпарой.	2	2
6	Физические принципы создания современной эталонной базы с использованием физических эффектов и явлений	Преобразование механической энергии в упругую в измерительных динамометрах.	2	2
ИТОГО:			17	17
ВСЕГО:				34

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Элементы методов теории подобия и анализа размерностей	Что такое размерность? Рассказать о размерных и безразмерных величинах. Как определяют размерности производных величин? Что представляет собой уравнение размерности? В чем заключается смысл П-теоремы? Рассказать о подобных системах и критериях подобия.
2	Измерительные системы	Каковы принципы построения измерительных систем? Какие функции выполняют измерительные системы? Какие важнейшие функциональные блоки входят в измерительную систему? Что представляет собой датчик? Каким образом происходит преобразование неэлектрических сигналов в электрические? Как классифицируются измерительные преобразователи? Рассказать о методах измерений, области их

		применения, их достоинствах и недостатках.
3	Элементы современной физической картины мира	Что представляют собой: физическая картина мира? механическая и электромагнитная картины мира? В чем заключаются постоянные необратимые изменения Вселенной и стабильность фундаментальных физических постоянных? Физический смысл пространства, времени, поля и вещества, взаимодействия, взаимопревращения частиц, физического вакуума?
4	Квантово-механическое описание отдельных частей физической картины мира	Что представляет собой дискретность (квантование) в квантовой теории? В чем заключается сущность корпускулярно-волнового дуализма? В чем заключается сущность соотношения неопределенностей (Гейзенберга)? Смысл принципа дополнительности. Почему нельзя полностью устранить неопределенность результатов измерений? Рассказать о взаимовлиянии объектов микро- и макромира. Какие виды шумов различают при описании физической картины мира? Что является фундаментальным источником погрешностей измерений?
5	Фундаментальные пределы точности измерений	В чем заключаются потенциальные ресурсы стабильности параметров физических объектов микромира?
6	Адиабатические инварианты. Физические принципы создания современной эталонной базы с использованием физических эффектов и явлений	Какие эффекты составляют основу метрологических измерений? Назовите наиболее распространенные физические эффекты. Какие квантовые эффекты применяются для создания эталонов?

Перечень вопросов для текущего и промежуточного контроля

№ п/п	Наименование вопросов
1.	Измерение, его свойства.
2.	Измерение как процесс познания окружающего мира.
3.	Классификация измерений по уровням.
4.	Классификация измерений в зависимости от способа их получения.
5.	Размерности физических единиц.
6.	Системы единиц измерения.
7.	П-теорема.
8.	Подобные системы.
9.	Критерии подобия.
10.	Применение анализ размерностей для определения зависимости периода колебаний математического маятника.
11.	Применение анализ размерностей для доказательства теоремы Пифагора.
12.	Идеализированная блок-схема измерительной системы. Важнейшие функциональные блоки измерительной системы.
13.	Датчики.
14.	Устройства индикации, регистрация данных, управление и обратная связь.
15.	Преобразование неэлектрических сигналов в электрические. Классификация измерительных преобразователей.
16.	Методы измерений, область их применения, их достоинства и недостатки.
17.	Методы сравнения с мерой.

18.	Физическая картина мира.
19.	Механическая и электромагнитная картины мира – предпосылки возникновения и общие
20.	Механистическая картина мира.
21.	Электромагнитная картина мира.
22.	Кризис физики и "новейшая революция в естествознании".
23.	Теория измерений
24.	Характеристика основных типов измерительных преобразователей.
25.	Эволюция Вселенной в современной картине мира.

5.2. Перечень тем курсовых проектов, курсовых работ, их краткое содержание и объем Учебным планом КП и КР не предусмотрены

5.3. Перечень индивидуальных домашних заданий,

Основное назначение РГЗ – сформировать у студентов основы знаний для изучения последующих дисциплин: метрология; методы и средства измерений, испытаний и контроля; стандартизация и сертификация.

Каждый студент выполняет РГЗ по индивидуальному варианту с раскрытием сущности физического явления при измерении конкретной физической величины и приводит общую схему ее измерения.

Темы РГЗ

№ п/п	Наименование темы
1	Физические основы измерения химического состава хроматографами.
2	Физические основы измерения состава спектро스코пами.
3	Физическая сущность дифференциального термического анализа.
4	Физические основы измерения плотности по перепаду давления.
5	Физические основы измерения линейных величин пневматическими средствами.
6	Физические основы измерения линейных величин электрическими средствами.
7	Физические основы измерения линейных величин оптическими средствами.
8	Физические основы работы амперметров и вольтметров.
9	Физические основы измерения расхода потока по перепаду давления.
10	Физические основы измерений ультразвуковыми расходомерами.
11	Физические основы измерений магнитогидродинамическими расходомерами.
12	Физические основы измерений колебательными расходомерами.
13	Физические основы измерений мгновенной скорости потока по перепаду давления.
14	Физические основы измерений уровня жидкости электрическими средствами.
15	Физические основы измерений уровня жидкости ультразвуковыми методами.
16	Физические основы измерений уровня жидкости радиационными методами.
17	Физические основы измерений давления диафрагмами.
18	Физические основы измерений давления капсулами и сифонами.
19	Физические основы измерений давления трубками Бурдона.
20	Физические основы измерений излучения газовыми детекторами.
21	Физические основы измерений излучения сцинтилляционными счетчиками.
22	Физические основы измерений излучения фоторегистрационными и термолюминесцентными средствами.

№ п/п	Наименование темы
23	Физические основы измерений напряжений и деформаций тензометрами.
24	Физические основы измерений температуры жидкостными термометрами.
25	Физические основы измерений температуры термометрами.
26	Физические основы измерений температуры пирометрами.
27	Физические основы измерений вакуума.
28	Физические основы измерений механических сил упругими средствами.
29	Физические основы работы моста постоянного тока.
30	Физические основы работы потенциометрических мостов.

5.4. Перечень контрольных работ

Учебным планом контрольные работы не предусмотрены

6. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

6.1. Перечень основной литературы

1. Афанасьев А.А. Физические основы измерений: учебник / А.А. Афанасьев, А.А. Погонин, А.Г. Схиртладзе. – М.: ИЦ «Академия», 2010. – 240 с.
2. Афанасьев А.А. Физические основы измерений: УМК / А.А. Афанасьев, А.А. Погонин. – Белгород: изд-во БГТУ, 2008. – 275 с.
3. Афанасьев А.А. Измерение физической величины и воспроизведение ее единицы эталоном: методические указания к выполнению расчетно-графической работы по дисциплине «Физические основы измерений и эталоны» для бакалавров направления – «Стандартизация и метрология / А.А. Афанасьев, Е.А. Володина. – Белгород: изд-во БГТУ, 2014. – 22 с. Режим доступа: <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2015072212060457000000659103>
4. Афанасьев А.А., Санин С.Н. Методические указания к выполнению лабораторных работ по физическим основам измерения для студентов / А.А. Афанасьев, С.Н. Санин. – Белгород: изд-во БГТУ, 2011. – 76 с. Режим доступа: <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2013040919012688176700004852>

6.2. Перечень дополнительной литературы

1. Трофимова Т.И. Курс физики: учеб. пособие для вузов / Т.И. Трофимова М.: Высш. шк. 2009. – 541 с.
2. Мансуров А.Н. Физическая картина мира: учебник / А.Н. Мансуров. – М.: Дрофа, 2008. – 270 с.
3. Рябинин Г.А., Бологов А.В. и др. Справочник физических величин – М.: Союз. 2001. 348 с.

6.3. Перечень интернет ресурсов

1. Электронный читальный зал БГТУ им. В.Г. Шухова / <https://elib.bstu.ru/>
2. Электронно-библиотечная система издательства «Лань» / <http://e.lanbook.com/>
3. Электронно-библиотечная система «IPRbooks» / <http://www.iprbookshop.ru/>

4. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн»/ <http://biblioclub.ru/>
5. Сборник нормативных документов «Норма CS»
6. www.metrob.ru
7. [www.gost.ru /wps/portal/](http://www.gost.ru/wps/portal/)

7.МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕС-ПЕЧЕНИЕ

Учебная аудитория для проведения лекционных занятий, практических занятий, лабораторных. Читальный зал библиотеки, компьютерные классы для самостоятельной работы. Аудитории для занятий оборудованные специализированной мебелью, мультимедийным проектором, переносным экраном, ноутбуком. Вся компьютерная техника, подключена к сети «Интернет» и имеет доступ в электронно-информационной образовательной среде университета.

Лицензионное ПО: Microsoft Office Professional 2013 Лицензионный договор № 31401445414 от 25.09.2014. Google Chrome, Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения. Kaspersky Endpoint Center 10 Лицензионный договор № 17E0170707130320867250.

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений

Рабочая программа без изменений утверждена на 2016 / 2017 учебный год.

Протокол № 12 заседания кафедры от «10» 06 2016 г.

Заведующий кафедрой  _____ А.А. Афанасьев
подпись, ФИО

Директор института  _____ А.В. Белоусов
подпись, ФИО

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений

Рабочая программа без изменений утверждена на 2017 / 2018 учебный год.

Протокол № 13 заседания кафедры от «26» 06 2017 г.

Заведующий кафедрой _____



подпись, ФИО

А.А. Афанасьев

Директор института _____



подпись, ФИО

А.В. Белоусов

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений

Рабочая программа без изменений утверждена на 2018 / 2019 учебный год.

Протокол № 9 заседания кафедры от «18» 05 2018 г.

Заведующий кафедрой  _____ А.А. Афанасьев
подпись, ФИО

Директор института  _____ А.В. Белоусов
подпись, ФИО

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений.
Рабочая программа без изменений утверждена на 2019/2020 учебный год.

Протокол № 11 заседания кафедры от «14» июня 2019 г.

Заведующий кафедрой



(подпись)

О.В. Пучка

Директор института



(подпись)

А.В. Белоусов

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений.

Рабочая программа без изменений утверждена на 2020 / 2021 учебный год.

Протокол № 8 заседания кафедры от «22» мая 2020 г.

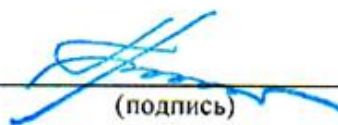
Заведующий кафедрой



О.В. Пучка

(подпись)

Директор института



А.В. Белоусов

(подпись)

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение №1.

Методические указания для обучающегося по освоению дисциплины
«Физические основы измерений и эталоны»

При изучении данной дисциплины следует выделить три аспекта процедуры измерения: философский для теории познания, научный для раскрытия сущности предметов и явлений и прикладной для получения знаний о размере изучаемой величины и возможности ее сравнения с другой родственной величиной.

Большое значение для изучения дисциплины имеет, в первую очередь, представление о размерности физических величин. Размерность является не только их общим свойством, но и отражением соотношения количества этой величины к условно принятой единичной мере этого свойства. Эта единичная мера называется единицей физической величины. Основная физическая величина, принимаемая условно в качестве таковой, может отличаться интенсивностью, но размерность ее одна и та же. В этом аспекте площадь следует рассматривать не как произведение длины на ширину, а как произведение длины на длину, то есть квадрат длины. Длина – это физическая величина, являющейся отражением свойства пространства, его размерность, которую изображают символом L , а площадь изображают L^2 . Единицей физической величины–длины является метр.

Следует увязать эволюцию физической картины мира с выбором масштабов физических величин – единиц физических величин в различных системах.

Следует обратить внимание на проявление квантовых эффектов микромира в макромире как подтверждение квантовой теории строения ядер атомов и элементарных частиц.

Сущность физических эффектов следует рассматривать без усложнения лекционного материала избыточными математическими выкладками.

Формой итогового контроля является экзамен.

Самостоятельная работа является главным условием успешного освоения изучаемой учебной дисциплины и формирования высокого профессионализма будущих специалистов – инженеров по стандартизации и сертификации.

Исходный этап изучения курса «**Физические основы измерений**» предполагает ознакомление с *Рабочей программой*, характеризующей границы и содержание учебного материала, который подлежит освоению.

Изучение отдельных тем курса необходимо осуществлять в соответствии с поставленными в них целями, их значимостью, основываясь на содержании и вопросах, поставленных в лекции преподавателя и приведенных в планах и заданиях к практическим занятиям, а также методических указаниях для студентов заочного обучения.

В учебниках и учебных пособиях, представленных в *списке рекомендуемой литературы* практически всегда можно найти ответы на поставленные вопросы. Инструментами освоения учебного материала являются основные *термины и понятия*, являющимися основой концептуального знания и ступенькой ко второму уровню знаний – теоретическому знанию, а также направлением к третьему, высшему уровню знаний – креативному. Их осмысление, запоминание и практическое использование являются обязательным условием успешного овладения кур-

сом.

Для обеспечения систематического контроля над процессом усвоения тем курса следует пользоваться перечнем контрольных вопросов для проверки знаний по дисциплине, содержащихся в планах и заданиях к практическим занятиям и методическим указаниям для студентов заочной и дистанционной форм обучения. Если при ответах на сформулированные в перечне вопросы возникнут затруднения, необходимо очередной раз вернуться к изучению соответствующей темы, либо обратиться за консультацией к преподавателю.

Успешное освоение курса дисциплины возможно лишь при систематической работе, требующей глубокого осмысления и повторения пройденного материала, поэтому желательно делать соответствующие записи для себя по каждой теме.

В лекциях раскрывается значимость курса, и ставятся его цели. Следует понять смысл дисциплины в трех аспектах:

философском (развивающем теорию познания);

научном (раскрывающем сущность предметов и явлений);

прикладном (обеспечивающем получение знаний о физическом эффекте и возможности применения его для измерений).

Следует подчеркнуть, что использование в дисциплине различных классификаций, является одним из универсальных методов стандартизации в использовании крупных объемов информации, то есть в ее упорядочении.

Курс «**Физические основы измерений**» условно разбит на шесть крупных тем.

В первой теме «**Элементы методов теории подобия и анализа размерностей**» рассматриваются соотношения физических величин, переводы размерностей величин при разном выборе основных величин, разных определяющих уравнениях, проверка правильности составления уравнений физических зависимостей, методы получения и их значимость в раскрытии различных закономерностях проявления явлений и эффектов безразмерных комплексов. Раскрывается смысл известной в размерном анализе П–теоремы. Даются понятия различных видов подобия и значимость физического и математического моделирования. Даются очень важные для изучения рассматриваемой дисциплины основы пересчета и перенесения результатов физического эксперимента на реальный объект. Здесь для изучающего открывается перспектива расширения кругозора и углубления знаний по интересующей тематике. Таким образом физические основы измерений являются основой к изучению множества других дисциплин.

Во второй теме «**Измерительные системы**» рассматривается структура систем для получения измерительной информации. Их изучение дает представление о разнообразии средств для получения измерительного сигнала, его преобразования, передачи, регистрации и индикации. Осознание факта создания в этой цепи прохождения измерительного сигнала устройств обратной связи является началом изучения основ управления технологическими и производственными процессами, побуждением к изучению современных информационно-измерительных систем.

В третьей теме «**Элементы современной физической картины мира**» раскрывается эволюция знаний об окружающем мире. Последовательно излагается содержание сначала механической картины мира, затем электромагнитной (элек-

тродинамической) и релятивистской картины мира, а в конце квантово– статистической картины мира. Такое изложение материала дает возможность сформулировать принципы организации современного научного знания, представления о пространстве и времени, полевых формах энергии и веществе, взаимодействии и взаимопре-вращении частиц, о физическом вакууме. Вероятностный подход к изучению физических явлений и эффектов позволил создать квантовую метрологию и заложить основы повышения точности измерений для удовлетворения современных требований к технике проведения измерений физических величин.

В четвертой теме **«Квантово-механическое описание отдельных частей физической картины мира»** раскрывается существо корпускулярно-волнового дуализма микромира. Здесь следует обратить внимание на обусловленность корпускулярно-волновым дуализмом микромира наличия неопределенности в точном определении значения величин. Это понимание вырабатывается при изучении соотношения неопределенности Гейзенберга и принципа дополнительности как причины невозможности полного устранения неопределенности результатов измерений. При изучении дисциплины следует понять взаимовлияние объектов микро- и макромира, влияние факторов, определяющих броуновское движение, различных видов шумов таких, как: тепловой шум, дробовой эффект, фликкер-эффект, генерационно-рекомбинационный шум, квантовый шум. Очень важно определить, что самодвижение материи является фундаментальным источником погрешностей измерений.

В пятой теме **«Фундаментальные пределы точности измерений»** следует обратить внимание на рассмотрение современных представлений о микро- и макромире в неразрывной их взаимосвязи, виды физических взаимодействий, виды и характеристики элементарных частиц. В наличии дискретности в передаче энергии и обмен ею, дискретизация уровней энергетического состояния частиц при наличии устойчивого основного состояния следует видеть потенциальные ресурсы стабильности параметров физических объектов микромира. Стабильность объектов микромира является физико-технической основой обеспечения инженерных решений в проблеме передачи стабильности объектов микромира микроскопическим объектам измерительных приборов и систем макромира. Это свойство микромира обеспечивает создание неуничтожаемых и воспроизводимых эталонов физических величин.

В шестой теме **«Адиабатические инварианты. Физические принципы создания современной эталонной базы с использованием физических эффектов и явлений»** раскрываются смысл адиабатических инвариантов, механизмы физических эффектов и явлений. Объясняется повышение точности эталонов в сравнении с существующими, изготавливаемых на основе таких эффектов как квантованный эффект Холла, эффекты Джозефсона и др. Применение квантовых эффектов для создания эталонов. Следует понять, какие эффекты могут использоваться в метрологии, а какие нет, каково влияние внешних факторов на протекание физических явлений и эффектов.