

Учреждение образования
«Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины»

Утверждаю

Проректор по учебной работе
Гомельского госуниверситета
им. Ф. Скорины, профессор

_____ И.В. Семченко

« _____ » _____ 20 г.

Регистрационный № УД- _____ /р.

ОСНОВЫ МЕТРОЛОГИИ

Учебная программа для специальности
1-31 04 01-02 Физика (производственная деятельность)

Факультет _____ физический _____

Кафедра _____ оптики _____

Курс (курсы) _____ 4 _____

Семестр (семестры) _____ 7 _____

Лекции _____ 14 _____ час.

Экзамен _____

(семестр)

Практические (семинарские)
занятия _____ 4 _____ час.

Зачет _____ 7 _____

(семестр)

Лабораторные
занятия _____ час.

Курсовой проект,
работа _____

(семестр)

Самостоятельная управляемая работа
студентов _____ 4 _____ час.

Всего аудиторных часов
по дисциплине _____ 18 _____ час.

Форма получения
высшего образования дневная

Всего часов
по дисциплине _____ 26 _____ час.

Составил Н.А. Алешкевич, к.ф.-м.н, доцент

Гомель 2011

Учебная программа дисциплины специализации составлена в соответствии с типовой программой,
утвержденной _____ 14.04.2009 г.,
регистрационный номер № ТД-Г.185 _____ - _____ / _____

Рассмотрена и рекомендована к утверждению в качестве рабочего варианта на заседании кафедры оптики

_____ 200_ г., протокол № ___

Заведующий кафедрой

доцент _____ Н.А. Алешкевич

Одобрена и рекомендована к утверждению
Методическим советом физического факультета

_____ 200_ г., протокол № ___

Председатель

доцент _____ Е.А. Дей

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

В подготовке инженеров-физиков одной из важнейших научных дисциплин является «Основы метрологии», знание которой необходимо для обеспечения единства и требуемой точности измерений, а также для методически правильного измерения различных физических величин и обработки результатов измерений.

Метрология в самом широком понимании представляет собой науку об измерениях, о методах и средствах, обеспечении их единства, о способах достижения требуемой точности. Метрология служит теоретической основой измерительной техники. И чем больше развивается измерительная техника, тем большее значение приобретает метрология, создающая и совершенствующая теоретические основы измерений, обобщающая практический опыт в области измерений и направляющая развитие измерительной техники.

Целью преподавания дисциплины является формирование у студентов современных представлений об основах метрологии, рассмотрение с единых позиций вопросов измерения физических и нефизических величин, усвоение студентами основ метрологической деятельности, организации и проведения основных видов метрологических работ.

Основными задачами курса являются:

- усвоение объективных закономерностей и методов получения качественной и количественной информации о физических явлениях, процессах и величинах;
- приобретение навыков обработки результатов измерений, освоения методов и средств получения достоверной информации и правильного использования.
- приобретение знаний о средствах и методах измерений, основных видах метрологических работ и овладение способами и методиками повышения точности измерений.

Курс «Основы метрологии» базируется на общих курсах физики, а также курсах: «Математический анализ», «Теория вероятности и математическая статистика», «Программирование и математическое моделирование».

В результате изучения курса студент должен **знать**:

- основные представления о метрологии, физические величины и единицы измерения, общие законы и правила измерений;
- принципы построения современных измерительных устройств и их возможности;
- методы и средства измерений различных величин и их метрологические характеристики;
- законы и правила процедур выполнения измерений и обращения с измерительной техникой;
- современное состояние и перспективы развития метрологии, применение в ее разделах новейших достижений естественных наук.

Студент должен **владеть**:

- правилами и процедурами организации эксперимента;
- методами обеспечения единства измерений, достижения требуемой точности и гарантированного получения достоверной информации;
- методами обработки результатов измерений.

Студент должен **уметь**:

- рассчитывать погрешности средств измерений;
- оценивать параметры генеральной совокупности по выборкам;
- правильно выбирать физические величины при решении практических задач;
- обрабатывать результаты прямых, косвенных, совместных и совокупных измерений.

Дисциплина «Основы метрологии» изучается студентами 4 курса специальности 1-31 04 01-02 Физика (производственная деятельность). Общее количество часов – 26; аудиторное количество часов – 18, из них: лекции – 14, практические занятия – 4; самостоятельная управляемая работа студентов (СУРС) – 4 часа. Форма отчётности – зачет.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Тема 1 Предмет метрологии. Физическая величина. Системы единиц, размерность.

История развития метрологии. Структура метрологии. Физические величины. Предметы и явления окружающего мира как объекты познания. Их свойства. Классификация физических величин. Свойства, проявляющие себя только в отношении эквивалентности. Понятие об единице физической величины и измерениях. Принципы построения систем физических величин и их единиц. Основные и производные величины системы СИ. Измерительные шкалы. Понятие размерности. Взаимосвязь физических уравнений и уравнений размерностей.

Тема 2 Классификация измерений Измерение физических величин. Виды и методы измерений.

Понятие об измерении. Измерительное преобразование. Воспроизведение физической величины заданного размера. Сравнение физической величины с величиной, воспроизводимой мерой. Классификация измерений. Предельные возможности измерений. Статические и динамические измерения. Прямые, косвенные, совокупные и совместные измерения. Измерения максимальной точности, контрольно-поверочные измерения, технические измерения. Основные этапы характеризующие процедуру измерений. Основные элементы процесса измерения. Методы и методики измерений. Результаты измерений.

Тема 3 Погрешности измерений. Систематические погрешности.

Истинное и действительное значение физической величины. Постулаты метрологии. Погрешность как случайный процесс. Погрешность измерения. Погрешность средства измерения. Классификация погрешностей. Основные принципы оценивания погрешностей. Систематические погрешности и их виды. Классификация систематических погрешностей. Способы обнаружения и устранения систематических погрешностей. Графический способ. Способ последовательных разностей. Дисперсионный анализ. Исключения систематических погрешностей путем введения поправок.

Тема 4 Случайные погрешности. Грубые погрешности и методы их исключения.

Случайный характер проявления результатов наблюдений как свойство объективной реальности и его статистическое моделирование. Случайное событие. Частота и вероятность. Интегральные $F(x)$ и дифференциальные $\rho(x)$ функции распределения дискретных и непрерывных величин и их свойства. Моменты случайных величин. Начальные и центральные моменты k -го порядка. Определение среднего значения. Мода и медиана распределений случайных величин. Основные законы распределения. Точечные оценки законов распределения. Доверительная вероятность и доверительный интервал. Доверительный

интервал для оценок дисперсии и среднеквадратического отклонения. Критерии исключения грубых погрешностей.

Тема 5 Средства измерений. Погрешности и метрологические характеристики средств измерений.

Средства измерений (СИ). Виды средств измерений. Измерительные преобразователи и их виды, Однозначные и многозначные меры. Стандартные образцы. Измерительные приборы и измерительные системы. Структурные элементы средств измерений. Принципы работы СИ. Погрешности средств измерений. Классы точности средств измерений. Метрологические характеристики СИ. Нормирование метрологических характеристик средств измерений. Нормируемые метрологические характеристики измерительных преобразователей, мер и измерительных приборов.

Тема 6 Основы метрологического обеспечения. Поверка и калибровка средств измерений

Технические и организационные основы метрологического обеспечения. Поверка средств измерений. Способы и методы поверки. Виды поверок. Поверочные схемы. Общие требования к организации и проведению поверки средств измерений. Калибровочная служба Республики Беларусь. Организация и порядок проведения калибровки. Аккредитация на право проведения калибровочных работ. Цели и задачи метрологической аттестации. Объекты метрологической аттестации. Различия между поверкой, калибровкой и метрологической аттестацией СИ. Организация и порядок проведения метрологической аттестации.

Тема 7 Государственная система обеспечения единства измерений.

Цели и задачи системы обеспечения единства измерений (СОЕИ). Функциональная структура системы. Организационная структура СОЕИ. Государственная служба справочных данных. Государственная служба времени и частоты. Региональные метрологические центры Госстандарта. Метрологические службы субъектов хозяйствования. Эталоны физических величин. Национальные и исходные эталоны. Стандартные образцы.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ

Номер раздела, темы, занятия	Название раздела, темы, занятия; перечень изучаемых вопросов	Всего часов	Количество аудиторных часов				Материальное обеспечение занятия	Литература	Формы контроля знаний
			лекции	практические занятия	лабораторные	СРС			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	<p>Введение. Предмет метрология и ее место среди других наук.</p> <p>1. История развития метрологии. Структура метрологии. Физические величины.</p> <p>2. Понятие об единице физической величины и измерениях. Принципы построения систем физических величин и их единиц.</p> <p>3. Основные и производные величины системы СИ. Измерительные шкалы. Понятие размерности.</p>	2	2					[1-7]	Реферативные работы
2.	<p>Классификация измерений Измерение физических величин. Виды и методы измерений.</p> <p>1. Понятие об измерении, измерительные шкалы.</p> <p>2. Классификация измерений. Предельные возможности измерений.</p> <p>3. Методы и методики измерений.</p> <p>4. Результаты измерений и их представление.</p>	2				2		[6-8]	Реферативные работы
3.	<p>Погрешности измерений. Систематические погрешности.</p>	4	2	2				[1-5]	Реферативные работы

	<ol style="list-style-type: none"> 1. Погрешность как случайный процесс. 2. Классификация погрешностей измерений. 3. Основные принципы оценивания погрешностей. 4. Систематические погрешности и методы их исключения. 							
4.	<p>Случайные погрешности. Грубые погрешности и методы их исключения.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Случайное событие. Частота и вероятность. 2. Интегральные $F(x)$ и дифференциальные $\rho(x)$ функции распределения дискретных и непрерывных величин и их свойства. 3. Моменты случайных величин. 4. Начальные и центральные моменты k-го порядка. Определение среднего значения. Мода и медиана распределений случайных величин. 5. Критерии исключения грубых погрешностей. 	2	2				[1-5]	Реферативные работы
5.	<p>Средства измерений. Погрешности и метрологические характеристики средств измерений.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Виды средств измерений. Измерительные приборы и измерительные системы. 2. Структурные элементы средств измерений. Принципы работы СИ. Погрешности средств измерений. 3. Классы точности средств измерений. Метрологические характеристики СИ. 4. Нормирование метрологических характеристик средств измерений. 	4	2	2			[1-5]	Реферативные работы

6.	<p>Основы метрологического обеспечения.</p> <p>Поверка и калибровка средств измерений</p> <p>1. Технические и организационные основы метрологического обеспечения.</p> <p>2. Поверка средств измерений. Способы и методы поверки. Виды поверок. Поверочные схемы.</p> <p>3. Организация и порядок проведения калибровки СИ.</p> <p>4. Организация и порядок проведения метрологической аттестации.</p>	2	2					[1-5]	Реферативные работы
7.	<p>Государственная система обеспечения единства измерений.</p> <p>1. Цели и задачи системы обеспечения единства измерений (СОЕИ).</p> <p>2. Функциональная структура системы. Организационная структура СОЕИ.</p> <p>3. Метрологические службы субъектов хозяйствования.</p> <p>4. Эталоны физических величин. Национальные и исходные эталоны. Стандартные образцы.</p>	2				2		[1-5]	Реферативные работы
	Всего часов:	18	10	4		4			

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Перечень практических занятий

1.	Обработка результатов прямых и косвенных измерений.
2.	Расчет погрешностей средств измерений.

Формы контроля знаний

1. Реферативные работы

Темы реферативных работ

5. Понятие об измерении, измерительные шкалы.
6. Классификация измерений. Предельные возможности измерений.
7. Методы и методики измерений.
8. Результаты измерений и их представление.
9. Систематические погрешности и их классификация.
10. Методы обнаружения и устранения систематических погрешностей.
11. Дисперсионный анализ.
12. Исключения систематических погрешностей путем введения поправок.
13. Метод наименьших квадратов.
14. Методы обработки результатов совместных измерений.
15. Методы обработки результатов совокупных измерений.
16. Суммирование систематических и случайных погрешностей.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА**ОСНОВНАЯ:**

1. Сытько, В.В. Теоретическая метрология. Часть I. Физические величины и их измерение. / В.В. Сытько. – Мн.: БГУ, 1998.– 210 с.
2. Бурдун, Г.Д., Марков, Б.Н. Основы метрологии./ Г.Д. Бурдун, Б.Н. Марков. – М.: Стандарты, 1985.– 265 с.
3. Шишкин, И.Ф. Теоретическая метрология./ И.Ф.Шишкин. - Л.: СЗПИ, 1983.- 84 с.
4. Дворяшин, Б.В. Метрология и радиоизмерения: учеб. пособие для студ. Высш. Учеб. Заведений/ Б.В. Дворяшин. – М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 304 с.
5. Гончаров, А.А. Метрология, стандартизация и сертификация: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / А.А. Гончаров, В.Д. Копылов. – 2-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 240 с.
6. Тартаковский, Д.Ф., Ястребов, А.С. Метрология, стандартизация и технические средства измерений: Учеб. / Д.Ф. Тартаковский, А.С. Ястребов. – М.: Высш. шк., 2001. – 205 с.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ:

7. Чертов, А.Г. Физические величины (Терминология, определения, обозначения, размерности). / А.Г. Чертов.- М.: Высшая школа, 1990.- 335 с.
8. Сена, Л.А. Единицы физических величин и их размерности: Учебно-справочное руководство. / Л.А. Сена. - М.: Наука, 1989.- 432 с.
- Хантли, Г. Анализ размерностей. / Г. Хантли. - М.: Мир, 1970.-175 с.
9. Химмельбдау, Д. Анализ процессов статистическими методами. /Д. Химмельбдау. - М.: Мир, 1973.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ
ПО ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ
С ДРУГИМИ ДИСЦИПЛИНАМИ СПЕЦИАЛЬНОСТИ

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы по изучаемой учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Законодательная и прикладная метрология	Кафедра оптики		Рекомендовать к утверждению учебную программу в представленном варианте протокол № ____ от _____.____.200__
Основы стандартизации и сертификации	Кафедра оптики		Рекомендовать к утверждению учебную программу в представленном варианте протокол № ____ от _____.____.200__

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ
ПО ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ
на ____/____ учебный год

№№ пп	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
оптики
(протокол № ____ от _____ 200_ г.)

Заведующий кафедрой оптики

к.ф.-м.н., доцент

_____ Н.А. Алешкевич

УТВЕРЖДАЮ

Декан физического факультета
УО «ГГУ им. Ф. Скорины»

к.ф.-м.н.

_____ Ю.В. Никитюк