

Белорусский государственный университет

**УТВЕРЖДАЮ**  
Проректор по учебной работе и  
образовательным инновациям  
С.Н. Здрок  
«30» 08 2020 г.  
Регистрационный № УД- 9321 /уч.

## **ОСНОВЫ МЕТРОЛОГИИ И СТАНДАРТИЗАЦИИ**

**Учебная программа учреждения высшего образования  
по учебной дисциплине для специальности:**

**1-31 04 01 Физика (по направлениям)**

Направление специальности:

1-31 04 01-02 Физика (производственная деятельность)

2020 г.

Учебная программа составлена на основе Образовательного стандарта ОСВО 1-31 04 01-2013, утвержденного и введенного в действие постановлением Министерства образования Республики Беларусь от 30.08.2013 № 88; учебных планов №G31-162/уч., №G31и-177/уч от 30.05.2013, типовой программы № ТД-G.555/тип. от 17.03.2016 г.

**СОСТАВИТЕЛЬ:**

**С.С. Слюсаренко** — доцент кафедры ядерной физики Белорусского государственного университета, кандидат физ.-мат. наук

**РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

**А.И. Жуковский**, ведущий инженер отдела радиационной метрологии НПУП «Атомтех» ОАО «МНИИПИ», кандидат технических наук.

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

Кафедрой ядерной физики физического факультета Белорусского государственного университета (протокол № 11 от 21.05.2020 г.);

Научно-методическим Советом БГУ (протокол № 5 от 17.06.2020)

Заведующий кафедрой ядерной физики  
к.ф.-м.н., доцент

\_\_\_\_\_ А.И.Тимощенко

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

### Цели и задачи учебной дисциплины

**Целью учебной** дисциплины является формирование у студентов:

-профессиональных знаний и навыков в изучении теории измерений и обеспечения их единства, освоения студентами теоретических основ метрологии, стандартизации и сертификации, применяемых для контроля качества измерительной техники.

-знаний о методах, средствах и способах измерений физических величин (ФВ), видах погрешностей измерений и способах их учета;

-навыков в обработке результатов измерений ФВ, в сертификации рабочих мест и оборудовании рабочих мест и оборудования по условиям безопасности.

### Задачи учебной дисциплины:

вооружить студентов теоретическими знаниями и практическими навыками, необходимыми для:

1. выбора наилучших средств и методов измерения параметров ФВ;
2. оформления результатов измерений в соответствии с требованиями соответствующих стандартов;
3. определения предельно допустимых значений параметров, характеризующих надежность работы приборов и оборудования;
4. проведения сертификации рабочих мест и оборудования.

**Место учебной дисциплины** в системе подготовки специалиста с высшим образованием.

Учебная дисциплина относится к **циклу** специальных дисциплин государственного компонента.

**Связи** с другими учебными дисциплинами, включая учебные дисциплины компонента учреждения высшего образования, дисциплины специализации и др.

Для усвоения дисциплины необходимо знание дисциплин: «Математика (математическая статистика)», «Физика», «Информатика».

### Требования к компетенциям

Освоение учебной дисциплины «ОСНОВЫ МЕТРОЛОГИИ И СТАНДАРТИЗАЦИИ» должно обеспечить формирование следующих академических, социально-личностных и профессиональных компетенций

**академические** компетенции:

- АК-4. Уметь работать самостоятельно.
- АК-7. Иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером.
- АК-8. Обладать навыками устной и письменной коммуникации.

– АК-9. Уметь учиться, повышать свою квалификацию в течение всей жизни.

**социально-личностные** компетенции:

- СЛК-2. Быть способным к социальному взаимодействию.
- СЛК-3. Обладать способностью к межличностным коммуникациям.
- СЛК-5. Быть способным к критике и самокритике.
- СЛК-6. Уметь работать в команде.

**профессиональные** компетенции:

- ПК-1. Применять знания теоретических и экспериментальных основ физики, современных технологий и материалов, методы исследования физических объектов, методы измерения физических величин, методы автоматизации эксперимента.
- ПК-2. Использовать новейшие открытия в естествознании, методы научного анализа, информационные образовательные технологии, физические основы современных технологических процессов, научное оборудование и аппаратуру.
- ПК-3. Проводить планирование и реализацию физического эксперимента, оценивать функциональные возможности сложного физического оборудования.
- ПК-4. Пользоваться глобальными информационными ресурсами, компьютерными методами сбора, хранения и обработки информации, системами автоматизированного программирования, научно-технической и патентной литературой.
- ПК-6. Применять полученные знания фундаментальных положений физики, экспериментальных, теоретических и компьютерных методов исследования, планирования, организации и ведения научно-исследовательской, научно-производственной и научно-педагогической работы.
- ПК-9. Реализовывать методы защиты производственного персонала и населения в условиях возникновения аварий, катастроф, стихийных бедствий и обеспечения безопасности при осуществлении научной, производственной и педагогической деятельности.
- ПК-15. Применять знания физических основ современных технологий, средств автоматизации, методов планирования и организации производства, правового обеспечения хозяйственной деятельности и налоговой системы, современного предпринимательства, государственного регулирования экономики и экономической политики.

В результате изучения дисциплины студент должен:

**знать:**

- виды оценочных шкал и возможности их применения;
- объекты стандартизации, ее основные принципы и методы;
- основополагающие документы системы технического нормирования и стандартизации Республики Беларусь;
- элементы теории вероятности и математической статистики;

- узаконенные единицы физических величин (единицы международной системы и допускаемые к применению наряду с ними) и шкалы;
- классификации средств измерений и уметь ими пользоваться;
- виды и методы измерений;
- и уметь применять нормативные документы законодательной метрологии;
- структуру системы обеспечения единства измерений (далее – СОЕИ), её связь с другими системами стандартов;
- методы оценивания неопределенности в измерениях;
- типовые задачи измерений в научных исследованиях и пути их решения;
- типовые схемы и конструкции средств измерений, применяемых при измерениях физических величин в разных областях (области линейных и угловых измерений, теплотехнических измерений, механических, электрических и других измерений).
- взаимосвязь испытаний и измерений, уметь осуществлять метрологическое обеспечение испытаний;
- цели и задачи метрологической экспертизы и нормоконтроля объектов научных исследований;
- порядок организации и проведения метрологической экспертизы и нормоконтроля,
- правила и порядок взаимного признания результатов испытаний, поверки, калибровки и аккредитации;
- и уметь применять преобразователи и иные средства измерений, виды вырабатываемых и преобразуемых сигналов измерительной информации;
- методы и средства получения, преобразования, обработки и представления информации в каналах измерительных устройств;
- виды первичных и промежуточных измерительных преобразователей и особенности их применения.

**уметь:**

- определять метрологические характеристики средств измерений экспериментальным путем, оценивать погрешности результатов различных видов измерений, сущность поверочных схем;
- применять основные принципы стандартизации для решения теоретических и практических задач;
- применять статистические методы регулирования технологического процесса.
- выполнять многократные измерения и проводить обработку полученных результатов;
- представлять результаты измерений в форме, соответствующей требованиям к единству измерений;
- разрабатывать методики основных метрологических мероприятий (измерение физической величины, метрологическая аттестация, поверка и калибровка средств измерений) и выполнять связанные с ними работы;

- получать количественные оценки неопределенности (стандартную и расширенную неопределенности);
- составлять бюджет неопределенности и рассчитывать оценки суммарной стандартной неопределенности;
- оценивать приписанные погрешности измерений при разработке методик выполнения измерений;
- получать количественные оценки неопределенности (стандартную и расширенную неопределенности);
- составлять бюджет неопределенности и рассчитывать оценки суммарной стандартной неопределенности;
- оценивать приписанные погрешности измерений при разработке методик выполнения измерений;

**владеть:**

- методами статистической обработки результатов измерений;
- методами проверки статистических гипотез.
- навыками работы с нормативными документами и справочной литературой;
- методами выполнения поверки измерительных приборов;
- навыками чтения измерительных схем, профессиональной терминологией;
- навыками работы с приборами контроля технологических параметров;
- языковыми возможностями для изучения научно-технической информации отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования;
- компьютером как средством управления информацией;
- способностями кооперации с коллегами и навыками работы в коллективе;

### **Структура учебной дисциплины**

Дисциплина изучается в 5 семестре. Всего на изучение учебной дисциплины «ОСНОВЫ МЕТРОЛОГИИ И СТАНДАРТИЗАЦИИ» отведено:

- для очной формы получения высшего образования – 100 часов, в том числе 64 аудиторных часов, из них: лекции –28 часов, семинарские занятия – 14 часов, лабораторные занятия – 16 часов, управляемая самостоятельная работа – 6 часов.

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 2,5 зачетные единицы.  
Форма текущей аттестации– зачет.

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

### Раздел 1. Введение в дисциплину.

**Тема 1.1** Предмет метрология и его место среди других наук. Цели и задачи изучения дисциплины. Значение стандартизации, сертификации и метрологии для становления рыночной экономики, развития внешнеэкономических связей и обеспечения высокого качества продукции и услуг. Межгосударственный Совет по стандартизации, метрологии и сертификации. Порядок применения национальных, отраслевых стандартов и технических условий в государствах.

**Тема 1.2.** Классификация измерений. Основные определения. Виды и методы измерений.

**Тема 1.3.** Погрешности измерений. Систематические погрешности.

**Тема 1.4.** Случайные погрешности. Грубые погрешности и методы их исключения.

**Тема 1.5.** Основы метрологического обеспечения. Основные понятия.

### Раздел 2. Теоретические основы метрологии.

**Тема 2.1** Теория воспроизведения единиц физических величин и передача их размеров. (Теория единства измерений).

**Тема 2.2.** Классификация эталонов. Единство измерений. Средства измерений. Классификация средств измерений.

### Раздел 3. Стандартизация

**Тема 3.1.** Краткая история развития стандартизации. Необходимость, преимущества стандартизации в современных условиях рыночной экономики. Экономический, социальный и технический аспекты стандартизации.

**Тема 3.2.** Упорядочение объектов стандартизации. Математические основы параметрической стандартизации. Ряды предпочтительных чисел.

**Тема 3.3.** Методы стандартизации. Унификация продукции. Агрегатирование. Комплексная стандартизация. Опережающая стандартизация

### Раздел 4. Законодательные основы стандартизации и метрологии.

**Тема 4.1.** Европейская стандартизация, гармонизированные стандарты, конкурентоспособность европейских компаний, технический комитет, национальный орган по стандартизации, процедуры оценки соответствия, CEN, CENELEC, ETSI

**Тема 4.2.** Государственная система стандартизации Республики Беларусь. Научно-исследовательские институты в системе Госстандарта РБ. Система стандартизации в Российской Федерации. Ведущие национальные институты стандартизации РФ.

**Тема 4.3.** Международная и региональная стандартизация.

## УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Дневная форма получения образования

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Формы контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	Введение в дисциплину.							
1.1	<i>Введение. Предмет метрология и его место среди других наук. Краткая историческая справка о развитии 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 счета. Интенсивные величины, удовлетворяющие отношениям эквивалентности и порядка. Понятие величины и контроля. Экстенсивные величины, удовлетворяющие отношениям эквивалентности, порядка и аддитивности. Понятие об единице физической величины и измерениях. Шкалы измерений</i>	2		2	4		2	Контрольная работа Отчет по лабораторной работе
1.2	<i>Классификация измерений. Основные определения. Виды и методы измерений. Понятие об измерении. Измерительное преобразование. Воспроизведение физической величины заданного размера. Сравнение физической величины с величиной,</i>	2		2	4			Отчет по лабораторной работе



	воспроизводимой мерой. Основные элементы процесса измерения. Основные постулаты теории измерений. Классификация измерений. Понятие об испытании и контроле. Предельные возможности измерений. Статические и динамические измерения. Прямые, косвенные, совокупные и совместные измерения. Измерения максимально возможной точности, контрольно-поверочные измерения, технические измерения. Основные этапы характеризующие процедуру измерений. Методы измерений.							
1.3	<i>Погрешности измерений. Систематические погрешности.</i> Истинные и действительные значения измеряемой величины. Погрешность как случайный процесс. Математические модели погрешностей. Характеристики и параметры погрешностей. Классификация погрешностей. Основные принципы оценивания погрешностей. Правила округления результатов измерений. Понятие о неопределенности результата измерений. Классификация систематических погрешностей. Способы обнаружения и устранения систематических погрешностей. Графический способ. Способ последовательных разностей. Дисперсионный анализ. Критерий Вилкоксона. Исключения систематических погрешностей путем введения поправок.	2		2	4		2	Видеоконференционный коллоквиум Отчет по лабораторной работе
1.4	<i>Случайные погрешности. Грубые погрешности и методы их исключения.</i> Вероятностное описание случайных погрешностей. Интегральный и дифференциальный законы распределения случайных погрешностей. Композиция законов распределения. Понятие центра распределения. Центральные и начальные моменты распределения. Математическое ожидание и дисперсия. Третий центральный момент. Коэффициент асимметрии. Четвертый центральный момент. Эксцесс и контрэксцесс. Энтропийное значение погрешности.	2		2	4		2	Видеоконференционный коллоквиум Отчет по лабораторной работе

	<p>Законы распределения случайных погрешностей. Трапецеидальные распределения. Уплощенные распределения. Класс экспоненциальных распределений. Распределение Гаусса. Семейство законов распределения Стьюдента. Распределение Коши. Класс двухмодальных распределений. Дискретное двузначное распределение. Арксинусоидальное распределение. Остро и кругловершинные двухмодальные распределения. Косые распределения.</p> <p>Точечные оценки законов распределения. Оценки математического ожидания и дисперсии. Оценки коэффициента асимметрии, эксцесса и энтропийного коэффициента. Доверительная вероятность и доверительный интервал. Доверительный интервал для оценок дисперсии и среднеквадратического отклонения. Сравнительная эффективность различных методов определения координаты центра распределения. Критерии исключения грубых погрешностей. Критерий «трех сигм», Романовского, Шарлье. Вариационный критерий Диксона.</p>							
1.5	<p><i>Основы метрологического обеспечения. Основные понятия.</i></p> <p>Научная основа метрологического обеспечения. Организационная основа, техническая основа, правовая основа метрологического обеспечения.</p>	2		2				
2	Теоретические основы метрологии.							
2.1	<p><i>Теория воспроизведения единиц физических величин и передача их размеров. (Теория единства измерений).</i></p> <p>Система физических величин и их единиц. Принципы построения систем единиц физических величин. Международная система единиц (система СИ). Воспроизведение единиц физических величин и передача их размеров. Понятие о единицах измерений. Эталоны физических величин. Поверочные схемы. Способы поверки средств измерений. Стандартные образцы. Эталоны единиц системы СИ.</p>	2		2				Защита рефератов

2.2	<i>Классификация эталонов. Единство измерений. Средства измерений. Классификация средств измерений.</i> Классификация средств измерений. Метрологические характеристики средств измерений. Нормирование метрологических характеристик средств измерений. Классы точности.	2						Защита рефератов
3	Стандартизация							
3.1	<i>Основные задачи стандартизации в области метрологического обеспечения.</i> Государственный стандарт - важнейшая форма правового регулирования метрологической деятельности. Система обеспечения единства измерений (СОЕИ) как нормативная основа метрологического обеспечения. Объекты стандартизации СОЕИ. Состав и структура СОЕИ, связь СОЕИ с другими системами стандартов, базовые и рабочие нормативные документы СОЕИ, регламентирующие технические, организационные и правовые аспекты обеспечения единства измерений и единообразия средств измерений. Порядок разработки, согласования и утверждения нормативных документов СОЕИ, правила их построения и изложения (по видам документов). Межгосударственные стандарты в области обеспечения единства измерений.	2		2				Защита рефератов
3.2	Краткая история развития стандартизации. Необходимость, преимущества стандартизации в современных условиях рыночной экономики. Экономический, социальный и технический аспекты стандартизации.	2						Видеоконференционный коллоквиум
3.3	Основные понятия и определения в области стандартизации. Методы стандартизации. Упорядочение объектов стандартизации. Математические основы параметрической стандартизации. Ряды предпочтительных чисел. Методы стандартизации. Унификация продукции. Агрегатирование. Комплексная стандартизация. Опережающая стандартизация.	4						

4	Законодательные основы стандартизации и метрологии.							
4.1	Европейская стандартизация, гармонизированные стандарты, конкурентоспособность европейских компаний, технический комитет, национальный орган по стандартизации, процедуры оценки соответствия, CEN, CENELEC, ETSI	2						
4.2	Государственная система стандартизации Республики Беларусь. Научно-исследовательские институты в системе Госстандарта РБ. Система стандартизации в Российской Федерации. Ведущие национальные институты стандартизации РФ.	2						
4.3	Международная и региональная стандартизация.	2						Защита рефератов
<b>Всего</b>		<b>28</b>		<b>14</b>	<b>16</b>		<b>6</b>	
	<b>Текущая аттестация</b>							зачет

## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### Перечень основной литературы

1. <https://tech.uch-lit.ru/raznoe/sergeev-metrologiya-uchebnik>  
Сергеев А.Г. Метрология: Учебник для вузов ОНЛАЙН  
(Сергеев, А.Г. Метрология. Учебное пособие/ А.Г.Сергеев, В.В.Крохин. - М.:Логос, 2000г.-200 с.)
2. Бурдун, Г.Д. Основы метрологии/ Г.Д.Бурдун, Б.Н. Марков.- М.: Из-во стандартов, 1985г.-256с.  
<https://booksee.org/book/1347959>
3. Основы метрологии и электрические измерения. Под редакцией Душина Е.М./-Л.: Энергоатомиздат, 1987г.-480с.  
<http://bookre.org/reader?file=651862>
4. Орнатский, П.П. Теоретические основы информационно-измерительной техники/ П.П. Орнатский.- Киев: Вісша школа, 1983г.-455с.
5. Клаассен, К.В. Основы измерений. Электронные методы и приборы в измерительной технике. Пер. с англ. Е.В. Воронова и А.Л. Ларина./ К.В. Клаассен.- М.: Постмаркет 2000г.-352с.
6. Кузнецов, В.А.Основы метрологии/ В.А.Кузнецов, Г.В.Ялунина. -М.: Изд-во стандартов.1995г.-386с.
7. ГОСТ 8.596-2002 РФ. Метрологическое обеспечение измерительных систем. - М.: Изд-во стандартов.1999г.- 13с.
8. Грязин Д.Г. Основы метрологии и метрологического обеспечения.– СПб: Университет ИТМО, 2019. – 72 с.

### Перечень дополнительной литературы

1. Загорский, Я.Т. Основы метрологического обеспечения лазерной энергетической фотометрии/ Я.Т. Загорский, А.Ф. Котюк.- М.; Из-во стандартов, 1990г-172с.
2. Брагин, А.А. Основы метрологического обеспечения аналого-цифровых преобразователей электрических сигналов/ А.А. Брагин, А.Л.Семенюк. М.: Из-во стандартов. 1989г-164с.
3. Метрологическое обеспечение измерительных информационных систем. Под ред. Е.Т. Удовиченко/ М.: Из-во стандартов. 1991г.-192с.
4. Яковлев К.П. Математическая обработка результатов измерений. М. Государственное издательство технико-теоретической литературы.1950г.-387с.
5. Метрология, стандартизация и сертификация в 2 ч. Часть 1. Метрология Сергеев, А. Г. Метрология, стандартизация и сертификация в 2 ч. Часть Метрология : учебник и практикум для вузов / А. Г. Сергеев. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 324 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-03643-5. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/451931>

## **Перечень рекомендуемых средств диагностики и методика формирования итоговой оценки**

Оценка за ответы на лекциях (опрос) и семинарских (практических) занятиях может включать в себя полноту ответа, наличие аргументов, примеров из практики и т.д.

При оценивании реферата (доклада) обращается внимание на: содержание и полноту раскрытия темы, структуру и последовательность изложения, источники и их интерпретацию, корректность оформления и т.д. Формой текущей аттестации по дисциплине учебным планом предусмотрен зачет.

Для текущего контроля качества усвоения знаний по дисциплине рекомендуется использовать семинарские занятия по разделам дисциплины в виде защиты реферата. Контрольные мероприятия проводятся в соответствии с учебно-методической картой дисциплины. В случае неявки на контрольное мероприятие по уважительной причине студент вправе по согласованию с преподавателем выполнить его в дополнительное время. Для студентов, получивших неудовлетворительные оценки за контрольные мероприятия, либо не явившихся по неуважительной причине, по согласованию с преподавателем и с разрешения заведующего кафедрой мероприятие может быть проведено повторно.

Семинарские занятия проводятся в виде устной защиты реферата. Каждая тема реферата включает в себя 1 вопрос. На защиту реферата отводится 15-20 мин. плюс время для ответа на вопросы. Оценка каждого реферата проводится по десятибалльной шкале. Оценка текущей успеваемости рассчитывается по формуле:

$$\text{текущая} = 0,6 \cdot (\text{контр1} + \text{контр2}) + 0,2 \cdot \frac{\sum_{i=1}^n \text{устн}_i}{n} + \text{ПБ} - \text{ШБ},$$

где текущая – это оценка текущей успеваемости, оценка по десятибалльной шкале за доклад, контр1, 2-контрольные работы по темам курса; устные – оценка по десятибалльной шкале за устный ответ, n – количество устных ответов; ПБ – поощрительные баллы, начисляемые за выполнение дополнительных (необязательных) заданий, активность на занятиях (максимум 2 балла за семестр), ШБ – штрафные баллы, которые начисляются за пропуски занятий, систематическое опоздание, нарушение учебной дисциплины.

Текущая аттестация по учебной дисциплине проводится в форме зачета. К зачету допускаются студенты, чья оценка текущей успеваемости не менее 4 баллов.

## **Примерный перечень заданий для управляемой самостоятельной работы**

Тема № 1.1. Краткая историческая справка о развитии 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 счета. Интенсивные величины, удовлетворяющие отношениям эквивалентности и порядка.

Форма контроля - письменная контрольная работа

Тема №1.3. Истинные и действительные значения измеряемой величины. Погрешность как случайный процесс. Математические модели погрешностей. Характеристики и параметры погрешностей. Классификация погрешностей. Основные принципы оценивания погрешностей. Правила округления результатов измерений.

Форма контроля – видеоконференция.

Тема №1.4. Вероятностное описание случайных погрешностей. Интегральный и дифференциальный законы распределения случайных погрешностей. Композиция законов распределения. Понятие центра распределения. Центральные и начальные моменты распределения. Математическое ожидание и дисперсия.

Студент отвечает на вопрос преподавателя по теме.

Форма контроля – видеоконференция.

### **Примерная тематика семинарских занятий**

Семинар №1. Классификация физических величин. Свойства, проявляющие себя только в отношении эквивалентности. Понятие счета. Интенсивные величины, удовлетворяющие отношениям эквивалентности и порядка. Понятие величины и контроля. Экстенсивные величины, удовлетворяющие отношениям эквивалентности, порядка и аддитивности. Понятие об единице физической величины и измерениях. Шкалы измерений.

Семинар №2. Воспроизведение физической величины заданного размера. Сравнение физической величины с величиной, воспроизводимой мерой. Основные элементы процесса измерения. Основные постулаты теории измерений. Классификация измерений.

Семинар №3. Математические модели погрешностей. Характеристики и параметры погрешностей. Классификация погрешностей. Основные принципы оценивания погрешностей. Правила округления результатов

измерений. Понятие о неопределенности результата измерений.  
Классификация систематических погрешностей.

Семинар №4. Законы распределения случайных погрешностей. Трапециидальные распределения. Уплощенные распределения. Класс экспоненциальных распределений. Распределение Гаусса. Семейство законов распределения Стьюдента. Распределение Коши. Класс двухмодальных распределений. Дискретное двузначное распределение. Арксинусоидальное распределение. Остро и кругловершинные двухмодальные распределения. Косые распределения.

Семинар №5. Научная основа метрологического обеспечения. Организационная основа, техническая основа, правовая основа метрологического обеспечения.

Семинар №6. Система физических величин и их единиц. Принципы построения систем единиц физических величин. Международная система единиц (система СИ). Воспроизведение единиц физических величин и передача их размеров. Понятие о единицах измерений. Эталоны физических величин. Поверочные схемы. Способы поверки средств измерений. Стандартные образцы. Эталоны единиц системы СИ.

Семинар №7. Государственный стандарт - важнейшая форма правового регулирования метрологической деятельности. Система обеспечения единства измерений (СОЕИ) как нормативная основа метрологического обеспечения. Объекты стандартизации СОЕИ. Состав и структура СОЕИ, связь СОЕИ с другими системами стандартов, базовые и рабочие нормативные документы СОЕИ, регламентирующие технические, организационные и правовые аспекты обеспечения единства измерений и единообразия средств измерений.

### **Описание инновационных подходов и методов к преподаванию учебной дисциплины.**

При организации образовательного процесса используется **метод учебной дискуссии**, который предполагает участие студентов в целенаправленном обмене мнениями, идеями для предъявления и/или согласования существующих позиций по определенной проблеме.

Использование метода обеспечивает появление нового уровня понимания изучаемой темы, применение знаний (теорий, концепций) при решении проблем, определение способов их решения.

При организации образовательного процесса **используется метод группового обучения**, который представляет собой форму организации учебно-познавательной деятельности обучающихся, предполагающую функционирование разных типов малых групп, работающих как над общими, так и специфическими учебными заданиями.



## **Методические рекомендации по организации самостоятельной работы обучающихся**

Самостоятельная работа студентов (при освоении образовательных программы осуществляется самостоятельно вне аудитории (в библиотеке, научной лаборатории, в домашних условиях и т.д.) с использованием различных средств обучения и источников информации и призвана способствовать усилению практической направленности обучения.

Целями самостоятельной работы являются:

- активизация учебно-познавательной деятельности обучающихся;
- формирование у обучающихся умений и навыков самостоятельного приобретения и обобщения знаний;
- формирование у обучающихся умений и навыков самостоятельного применения знаний на практике;
- саморазвитие и самосовершенствование.

Самостоятельная работа может выполняться по заданию и контролироваться на определенном этапе обучения преподавателем.

### **Темы реферативных работ**

1. Цели и задачи стандартизации.
2. Функции стандартизации.
3. Категории и виды стандартов.
4. Органы и службы по стандартизации.
5. Основные понятия и определения метрологии.
6. Классификация измерений.
7. Роль метрологии в развитии различных наук.
8. Метрологическое обеспечение.
9. Формы подтверждения соответствия.
10. Закон Республики Беларусь «Об обеспечении единства измерений»

### **Примерный перечень вопросов к зачету**

1. Понятия "метрология", "измерение", "значение физической величины".
2. Нормируемые метрологические характеристики средств измерений.
3. Физическая величина, ее значение и размер.
4. Виды измерений: прямые, косвенные, совокупные и совместные.
5. Нормируемые метрологические характеристики средств измерений (СИ).
6. Показатели точности измерений.
7. Погрешности средств измерений в нормальных условиях.
8. Цели, принципы и функции стандартизации.

9. Сущность стандартизации.
10. Формы представления результатов измерений.
11. Средства измерений частоты и временных интервалов.
12. Методика статистической обработки результатов наблюдений.
13. Измерительные приборы.
14. Основные положения и понятия стандартизации.
15. Показатели точности измерений и формы представления результатов измерений
16. Классы точности средств измерений.
17. Государственная система обеспечения единства измерений.
18. Средства измерений.
19. Международные стандарты ИСО (МС ИСО).
20. Показатели точности измерений и формы представления результатов измерений.
21. Классификация средств измерений
22. Единство измерений и единообразие СИ.
23. Основные положения и понятия стандартизации.
24. Измерительные преобразователи.
25. Образцовые средства измерений.
26. Аддитивные и мультипликативные погрешности.
27. Рабочие СИ.
28. Виды измерений: прямые, косвенные, совокупные и совместные.
29. Передача размера единицы физических величин от эталона рабочим СИ.
30. Методы измерений: непосредственной оценки и сравнения с мерой.
31. Метрологический надзор над СИ.
32. Организация работ по стандартизации. Нормативные документы.
33. Принцип действия, основы теории и применения измерительных механизмов различных систем.
34. Государственные стандарты.
35. Методы измерения параметров электрических цепей.
36. Государственный контроль и надзор за соблюдением требований государственных стандартов.
37. Мосты постоянного и переменного тока. Условия равновесия.
38. Международная организация по стандартизации (ИСО).
39. Компенсаторы (потенциометры) постоянного и переменного тока и их применение.
40. Методы измерений: непосредственной оценки и сравнения с мерой.
41. Поверка СИ.
42. Классы точности.

## ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Основы автоматизации эксперимента	Кафедра ядерной физики	нет	Оставить содержание учебной дисциплины без изменения (протокол № 11 от 21.05.2020 г.)

**ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ ПО  
ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

на \_\_\_\_ / \_\_\_\_ учебный год

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры ядерной физики (протокол № \_\_ от \_\_\_\_\_ 202\_ г.)

Заведующий кафедрой  
ядерной физики  
к.ф.-м.н., доцент

\_\_\_\_\_ А.И.Тимощенко

УТВЕРЖДАЮ  
Декан физического факультета  
к.ф.-м.н., доцент

\_\_\_\_\_ М.С.Тиванов