

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе и
образовательным инновациям

О.Н.Здрок

«30» июня 2021 г.

Регистрационный № УД- 9802/уч.

МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ, СЕРТИФИКАЦИЯ

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности:

1-31 04 06 Ядерные физика и технологии

Минск, 2021

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта специальности 1-31 04 06 «Ядерные физика и технологии» ОСВО 1-31 04 06-2013, утвержденным 30.08.2013 г. № 88, учебного плана № G31-142/уч. от 30.05.2013 г.

СОСТАВИТЕЛИ:

В.В. Шляхтин, доцент кафедры ядерной физики Белорусского государственного университета, кандидат технических наук, доцент.

РЕЦЕНЗЕНТ:

С.С. Ветохин, заведующий кафедрой физико-химических методов сертификации продукции Учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет», доцент, кандидат физико-математических наук.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой ядерной физики физического факультета Белорусского государственного университета
(протокол № 11 от 17 июня 2021г.);

Научно-методическим Советом БГУ
(протокол № 7 от 29 июня 2021г.);

Заведующий кафедрой

Тимощенко А.И.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная программа дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация» разработана для специальности 1-31 04 06 Ядерные физика и технологии.

Цели и задачи учебной дисциплины

Цель изучения учебной дисциплины – сформулировать понятия и дать студентам основные положения и концепции в области измерений физических величин, методов измерений, погрешностей измерений, методов обработки результатов измерений, а также разобраться в системе технического нормирования и стандартизации.

В связи с этим, можно сформулировать следующие **задачи** изучения дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация»

- *Мировоззренческая и методологическая:*

необходимо сформировать у студентов единую, стройную, логически непротиворечивую физическую картину окружающего мира. Создание такой картины должно происходить путем обобщения экспериментальных данных и построения на их основе моделей наблюдаемых явлений.

- *практическая:*

в рамках единого подхода классической физики рассмотреть основные явления и процессы, происходящие в природе, установить связи между ними, вывести основные законы и получить их выражение в виде математических уравнений. Далее, необходимо научить студентов количественно решать конкретные задачи в рамках принятых приближений.

- *исследовательская:*

обучить студентов основам постановки и проведения физического эксперимента с последующим анализом и оценкой полученных результатов, включая расчет погрешностей.

В усилении проблемно-исследовательской, практико-ориентированной направленности профессиональной подготовки студентов-физиков, активизации их самостоятельной работы по разрешению ситуаций, имитирующих профессиональные проблемы в будущей научной и производственной деятельности, главная роль отводится лабораторному практикуму и практическим занятиям.

Изложение учебного материала основано на определенных знаниях и представлениях, сформированных в процессе обучения на 1 – 3 курсах обучения по данной специальности. Дисциплина «Метрология, стандартизация и сертификация» является дисциплиной, завершающей цикл подготовки специалиста на первой ступени высшего образования и не лежит в основе других дисциплин учебного плана.

Место учебной дисциплины в системе подготовки специалиста с высшим образованием.

Учебная дисциплина относится к **циклу** специальных дисциплин компонента учреждения высшего образования.

Требования к компетенциям

Освоение учебной дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация» должно обеспечить формирование следующих академических, социально-личностных и профессиональных компетенций:

академические компетенции:

АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.

АК-2. Владеть системным и сравнительным анализом.

АК-7. Иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером.

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

социально-личностные компетенции:

СЛК-1. Обладать качествами гражданственности.

СЛК-2. Быть способным к социальному взаимодействию.

СЛК-3. Обладать способностью к межличностным коммуникациям.

СЛК-4. Владеть навыками здорового образа жизни.

СЛК-5. Быть способным к критике и самокритике (критическое мышление).

СЛК-6. Уметь работать в команде.

профессиональные компетенции:

ПК-5. Применять полученные знания фундаментальных положений физики, экспериментальных, теоретических и компьютерных методов исследования, планирования, организации и ведения научно-технической работы.

ПК-8. Вести переговоры, разрабатывать планы сотрудничества с другими организациями.

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

основные определения и понятия из области метрологии, способы оценки погрешности средств измерений по их паспортным данным, методы определения погрешностей прямых, косвенных, однократных, многократных измерений, основные метрологические характеристики средств измерений и методы их определений, основные положения законодательства Республики Беларусь в части технического регулирования, основы метрологического обеспечения различных видов производственной деятельности, в том числе, в атомной энергетике;

уметь:

определять метрологические характеристики средств измерений экспериментальным путем, оценивать погрешности результатов различных видов измерений, сущность поверочных схем;

владеть:

навыками в обработке результатов измерений ФВ и в работе со стандартами на допустимые значения параметров, характеризующих безопасность работы АЭС и физико-энергетических установок, в сертификации рабочих мест и оборудовании рабочих мест и оборудования по условиям безопасности.

Структура учебной дисциплины

Дисциплина изучается в 10 семестре. Всего на изучение учебной дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация» отведено:

– для очной формы получения высшего образования – 56 часов, в том числе 34 аудиторных часов, из них: лекции – 28 часов, управляемая самостоятельная работа – 6 часов.

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 1,5 зачетные единицы.

Форма текущей аттестации – зачет.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Тема 1. 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

Тема 2. Классификация измерений. Основные определения. Виды и методы измерений.

Понятие об измерении. Измерительное преобразование. Воспроизведение физической величины заданного размера. Сравнение физической величины с величиной, 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 максимальной возможной точности, контрольно-поверочные измерения, технические измерения. Основные этапы характеризующие процедуру измерений. Методы измерений.

Тема 3. Погрешности измерений. Систематические погрешности.

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.

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

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

ассиметрии. Четвертый центральный момент. Эксцесс и контрэксцесс. Энтропийное значение погрешности.

Законы распределения случайных погрешностей. Трапециидальные распределения. Уплощенные распределения. Класс экспоненциальных распределений. Распределение Гаусса. Семейство законов распределения Стюдента. Распределение Коши. Класс двухмодальных распределений. Дискретное двузначное распределение. Арксинусоидальное распределение. Остро и кругловершинные двухмодальные распределения. Косые распределения.

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.

Тема 5. Основы метрологического обеспечения. Основные понятия.

Научная основа метрологического обеспечения. Организационная основа, техническая основа, правовая основа метрологического обеспечения.

Тема 6. Теория воспроизведения единиц физических величин и передача их размеров. (Теория единства измерений).

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.

Тема 7. Классификация эталонов. Единство измерений. Средства измерений. Классификация средств измерений.

Классификация средств измерений. Метрологические характеристики средств измерений. Нормирование метрологических характеристик средств измерений. Классы точности.

Тема 8. Основные задачи стандартизации в области метрологического обеспечения.

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.

Тема 9. Государственный надзор, его надведомственный характер.

Госнадзор как управленческая функция Госстандарта. Главные задачи госнадзора. Нормативная база госнадзора, правовое положение его основных форм.

Планирование и порядок внедрения государственных стандартов в министерствах и ведомствах, на предприятиях и в организациях. Статистическая отчетность о внедрении стандартов и госнадзор за ней. Ответственность за искажение отчетных данных, нарушение порядка и сроков их представления.

Комплексные, групповые и целевые проверки как основные формы метрологического надзора. Объекты и направленность проверки. Документы, регламентирующие поведение поверки. Ответственность предприятия, экономические и административные санкции за недостатки в метрологическом обеспечении. Пути устранения замечаний.

Метрологическая ревизия средств измерений как форма метрологического надзора. Документы, регламентирующие проведение ревизии. Права и обязанности ревизующих органов ГМС. Ответственность за неудовлетворительное состояние средств измерений и их метрологического обеспечения.

Тема 10. Поверка средств измерения как форма постоянного государственного надзора и ведомственного контроля.

Поверка средств измерения как форма постоянного государственного надзора и ведомственного контроля. Правовая природа государственной и ведомственной поверки.

Государственные испытания и метрологическая аттестация средств измерений как форма надзора и контроля, как специальная форма правоохранительной деятельности органов госнадзора. Комплекс взаимоувязанных правил и положений, регламентирующих госиспытания и аттестацию. Обязанности министерств и ведомств при проведении госиспытаний. Правоотношения, складывающиеся в процессе госиспытаний и их регулирование.

Метрологическая экспертиза средств измерений как форма выборочного надзора

Права и функции Госстандарта, органов и служб ГМС при осуществлении госнадзора.

Тема 11. Сертификация как один из инструментов, обеспечивающих заданный уровень качества продукции.

Сертификация как один из инструментов, обеспечивающих заданный уровень качества продукции. Термины и определения основных понятий, установленные в международных, межгосударственных и национальных стандартах в области качества и испытаний, необходимые для использования в практической деятельности по сертификации.

Тема 12. Схемы сертификации и их анализ.

Схемы сертификации и их анализ. Функции органов, участвующих в реализации схем сертификации. Международный опыт применения схем сертификации.

Тема 13. Цель системы сертификации.

Цель системы сертификации. Виды деятельности. Основные правила системы: виды сертификации, порядок проведения сертификации, нормативная документация, на соответствие которой производится сертификация, органы, осуществляющие работы по сертификации и их аккредитация, регистрация объектов сертификации и аккредитации. Организационная структура системы. Функции системы. Ответственность при сертификации. Контроль функционирования системы. Взаимодействие с международными, региональными и национальными системами сертификации

Тема 14. Положение о национальном органе по сертификации Республики Беларусь.

Основные задачи национального органа по сертификации. Обязанности, права и ответственность национального органа по сертификации.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ

Дневная форма получения образования

Номер раздела, темы, занятия	Название раздела, темы, занятия; перечень изучаемых вопросов	Количество аудиторных часов				Материальное обеспечение занятия (наглядные,	Литература	Формы контроля знаний
		лекции	практические (семинарские) занятия	лабораторные занятия	Количество-часов УСР			
1	2		4	5	6	7	8	9
1	<i>Введение. Предмет метрология и его место среди других наук.</i> 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	2				Цифровой проектор, УМК	[1] [2] [3] [4]	
2	<i>Классификация измерений. Основные определения. Виды и методы измерений.</i> Понятие об измерении. Измерительное	2				Цифровой проектор	[1] [2] [3]	

	преобразование. Воспроизведение физической величины заданного размера. Сравнение физической величины с величиной, 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 максимальной точности, контрольно-поверочные измерения, технические измерения. Основные этапы характеризующие процедуру измерений. Методы измерений.					р, УМК	[4]	
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				Цифров ой проекто р, УМК	[1] [3] [4]	Устный опрос

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. 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. 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	2				Цифровой проект, УМК	[1] [3] [4]	Устный опрос
---	---	---	--	--	--	----------------------	-------------------	--------------

	сигм», Романовского, Шарлье. Вариационный критерий Диксона.							
5	<i>Основы метрологического обеспечения. Основные понятия.</i> Научная основа метрологического обеспечения. Организационная основа, техническая основа, правовая основа метрологического обеспечения.	2				Цифровой проект, УМК	[1] [3] [4]	
6	<i>Теория воспроизведения единиц физических величин и передача их размеров. (Теория единства измерений).</i> 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.	2			2	Цифровой проект, УМК	[1] [3] [4]	Защита рефератов. Устный опрос
7	<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			2	Цифровой проект, УМК	[1] [3] [4]	Защита рефератов Устный опрос
8	<i>Основные задачи стандартизации в области метрологического обеспечения. Государственный стандарт - важная форма правового</i>	2				Цифровой проект	[1] [3] [4]	

	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.					р, УМК		
9	<i>Государственный надзор, его надведомственный характер.</i> Госнадзор как управленческая функция Госстандарта. Главные задачи госнадзора. Нормативная база госнадзора, правовое положение его основных форм. Планирование и порядок внедрения государственных стандартов в министерствах и ведомствах, на предприятиях и в организациях. Статистическая отчетность о внедрении стандартов и госнадзор за ней. Ответственность за искажение отчетных данных, нарушение порядка и сроков их представления. Комплексные, групповые и целевые проверки как основные формы метрологического надзора. Объекты и направленность проверки. Документы, регламентирующие поведение поверки. Ответственность предприятия, экономические и	2				Цифров ой проекто р, УМК	[1] [3] [4]	

	административные санкции за недостатки в метрологическом обеспечении. Пути устранения замечаний. Метрологическая ревизия средств измерений как форма метрологического надзора. Документы, регламентирующие проведение ревизии. Права и обязанности ревизующих органов ГМС. Ответственность за неудовлетворительное состояние средств измерений и их метрологического обеспечения.							
10	<i>Поверка средств измерения как форма постоянного государственного надзора и ведомственного контроля.</i> Поверка средств измерения как форма постоянного государственного надзора и ведомственного контроля. Правовая природа государственной и ведомственной поверки. Государственные испытания и метрологическая аттестация средств измерений как форма надзора и контроля, как специальная форма правоохранительной деятельности органов госнадзора. Комплекс взаимоувязанных правил и положений, регламентирующих госиспытания и аттестацию. Обязанности министерств и ведомств при проведении госиспытаний. Правоотношения, складывающиеся в процессе госиспытаний и их регулирование. Метрологическая экспертиза средств измерений как форма выборочного надзора Права и функции Госстандарта, органов и служб ГМС при осуществлении госнадзора.	2				Цифровой проект, УМК	[1] [3] [4]	
11	<i>Сертификация как один из инструментов,</i>	2				Цифров	[1]	

	<i>обеспечивающих заданный уровень качества продукции. Сертификация как один из инструментов, обеспечивающих заданный уровень качества продукции. Термины и определения основных понятий, установленные в международных, межгосударственных и национальных стандартах в области качества и испытаний, необходимые для использования в практической деятельности по сертификации.</i>					ой проекто р, УМК	[3] [4]	
12	<i>Схемы сертификации и их анализ. Схемы сертификации и их анализ. Функции органов, участвующих в реализации схем сертификации. Международный опыт применения схем сертификации.</i>	2				Цифров ой проекто р, УМК	[1] [3] [4]	Устный опрос
13	<i>Цель системы сертификации. Цель системы сертификации. Виды деятельности. Основные правила системы: виды сертификации, порядок проведения сертификации, нормативная документация, на соответствие которой производится сертификация, органы, осуществляющие работы по сертификации и их аккредитация, регистрация объектов сертификации и аккредитации. Организационная структура системы. Функции системы. Ответственность при сертификации. Контроль функционирования системы. Взаимодействие с международными, региональными и национальными системами сертификации.</i>	2				Цифров ой проекто р, УМК	[1] [3] [4]	
14.	<i>Положение о национальном органе по сертификации Республики Беларусь. Основные задачи национального органа по сертификации.</i>	2			2	Цифров ой проекто	[1] [3] [4]	Защита рефератов Устный

	Обязанности, права и ответственность национального органа по сертификации.					р, УМК		опрос
--	---	--	--	--	--	-----------	--	-------

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Перечень основной литературы

1. Сергеев, А.Г. Метрология. Учебное пособие/ А.Г.Сергеев, В.В.Крохин. - М.:Логос, 2000 г.- 200 с.
2. Сергеев, А.Г. Метрология, стандартизация, сертификация/ А.Г.Сергеев, М.В. Латышев, В. В. Терегеря. -М.: Логос, 2001 г.- 360 с.
3. Бурдун, Г.Д. Основы метрологии/ Г.Д.Бурдун, Б.Н. Марков.- М.: Из-во стандартов, 1985 г.- 256 с.
4. Основы метрологии и электрические измерения. Под редакцией Душина Е.М./-Л.: Энергоатомиздат, 1987 г.- 480 с.
5. Орнатский, П.П. Теоретические основы информационно-измерительной техники/ П.П. Орнатский.- Киев: Віща школа, 1983 г.-455 с.
6. 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 2000 г.- 352 с.
7. Кузнецов, В.А.Основы метрологии/ В.А.Кузнецов, Г.В.Ялунина. -М.: Изд-во стандартов.1995 г.- 386 с.
8. ГОСТ 8.596-2002 РФ. Метрологическое обеспечение измерительных систем. - М.: Изд-во стандартов.1999г.- 13с.
9. Аристов, А.И. Метрология, стандартизация и сертификация: Учебник / А.И. Аристов. - М.: Academia, 2019. - 224 с.
10. Сергеев, А.Г. Метрология, стандартизация и сертификация в 2 ч. Часть 2. Стандартизация и сертификация: Учебник и практикум / А.Г. Сергеев, В.В. Терегеря. - Люберцы: Юрайт, 2016. - 420 с.
- 11.Сергеев, А.Г. Метрология, стандартизация и сертификация в 2 ч. Часть 1. Метрология: Учебник и практикум для академического бакалавриата / А.Г. Сергеев, В.В. Терегеря. - Люберцы: Юрайт, 2016. - 421 с.

Перечень дополнительной литературы

1. Загорский, Я.Т. Основы метрологического обеспечения лазерной энергетической фотометрии/ Я.Т. Загорский, А.Ф. Котюк.- М.; Из-во стандартов, 1990 г- 172 с.
 2. Брагин, А.А. Основы метрологического обеспечения аналого-цифровых преобразователей электрических сигналов/ А.А. Брагин, А.Л.Семенюк. М.: Из-во стандартов. 1989 г- 164 с.
- Метрологическое обеспечение измерительных информационных систем. Под ред. Е.Т. Удовиченко/ М.: Из-во стандартов. 1991 г.-192 с.

Перечень рекомендуемых средств диагностики и методика формирования итоговой оценки

Для текущего контроля качества усвоения знаний по дисциплине рекомендуется использовать устный опрос, создание реферативных работ по разделам дисциплины и дальнейшей 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.

Защита реферата проводится в виде устного доклада 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:

$$\text{текущая} = 0,6 \cdot (\text{реферат1} + \text{реферат2} + \text{реферат3}) + 0,2 \cdot \frac{\sum_{i=1}^n \text{устн}_i}{n} + \text{ПБ} - \text{ШБ}$$

где *текущая* – это оценка текущей успеваемости, оценка по десятибалльной шкале за доклад, [рефераты 1, 2, 3](#) – по темам курса; *устн_i* – 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 студентов

В перечень заданий входят реферативные работы по темам 6,7 и 14.

Примерные темы реферативных работ

Тема 7. Классификация эталонов. Единство измерений. Средства измерений. Классификация средств измерений.

Классификация средств измерений. Метрологические характеристики средств измерений. Нормирование метрологических характеристик средств измерений. Классы точности.

Перспективные направления развития средств измерений параметров, характеризующих безопасность АЭС.

Тема 6. Теория воспроизведения единиц физических величин и передача их размеров. (Теория единства измерений).

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.

Тема 14. Положение о национальном органе по сертификации Республики Беларусь.

Основные задачи национального органа по сертификации. Обязанности, права и ответственность национального органа по сертификации.

Кроме того, темами реферативных работ могут быть любые вопросы из списка вопросов для проверки знаний по усмотрению преподавателя.

Форма контроля – защита рефератов.

Описание инновационных подходов и методов к преподаванию учебной дисциплины

При организации образовательного процесса используется ***метод анализа конкретных ситуаций (кейс-метод)***, который предполагает:

- приобретение студентом знаний и умений для решения практических задач;
- анализ ситуации, используя профессиональные знания, собственный опыт, дополнительную литературу и иные источники.

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы обучающихся

Для организации самостоятельной работы студентов по дисциплине рекомендуется использовать современные информационные технологии; разместить в сетевом доступе комплекс учебных и учебно-методических материалов (программа, основной теоретический материал, методические указания к решению задач и выполнению лабораторных работ, список рекомендуемой литературы и информационных ресурсов, задания в тестовой форме для контроля и самоконтроля и т.д.) При оценивании качества

усвоения студентами учебного материала рекомендуется использование накопительной рейтинговой системы.

Примерный перечень вопросов к зачету

Предмет и задачи метрологии.

- 1.Обоснуйте важность теоретической метрологии.
- 2.Что изучает теоретическая метрология?
- 3.Каково место метрологии среди других наук?
- 4.Что такое измерение? Приведите примеры измерений, постоянно встречающихся в повседневной жизни.
- 5.В чем заключается значимость метрологии?
- 6.Перечислите из каких основных разделов состоит теоретическая метрология. Какие задачи в них решаются?
- 7.Сформулируйте основные этапы развития метрологии.
- 8.Какие основные метрологические учреждения существуют в нашей стране? Какова их сфера деятельности?

Основные представления теоретической метрологии.

- 1.Дайте определение физической величины. Приведите примеры величин, принадлежащих к различным группам физических процессов.
- 2.Что такое экстенсивные и интенсивные физические величины? В чем их сходство и различие? Приведите примеры ФВ каждого вида.
- 3.Проанализируйте определение счета, оценивания и измерения. Выделите их общие и отличительные признаки.
- 4.Что такое шкала физической величины? Приведите примеры различных шкал ФВ.
- 5.Назовите основные операции процедуры измерения. Расскажите как они реализуются при измерении размера детали штангенциркулем.
- 6.Приведите примеры измерительных преобразователей, многозначных мер и устройств сравнения, используемых в известных вам средствах измерений.
- 7.Какие элементы процесса измерений принадлежат к ветви реального, а какие - к ветви отражения реальности? Как они соотносятся друг с другом?
- 8.По каким признакам классифицируются методы измерений? Какие методы измерений вам известны?
- 9.Что такое средство измерений? Приведите примеры средств измерений различных физических величин.
- 10.Что такое условия измерений? Какие они бывают?
- 11.Что такое результат измерения и чем он характеризуется?
- 12.Сформулируйте основные этапы измерения применительно к процессу измерения микрометром диаметра детали.
- 13.Перечислите признаки по которым могут быть классифицированы измерения. Расскажите о классификации измерений по каждому из названных признаков.

14. Дайте определения прямых, косвенных, совместных, и совокупных измерений. Приведите примеры измерений каждого вида.
15. Что такое испытание и чем оно отличается от измерения?
16. Что такое контроль и чем он отличается от измерения? Какие виды контроля существуют?
17. Что такое вероятность ошибок 1 и 2 родов? Что они характеризуют?

Теория единства измерений.

1. Сформулируйте определение единицы физической величины. Приведите примеры единиц физических величин, относящихся к механике, магнетизму и оптике.
2. Что такое размерность физической величины? Запишите размерность следующих физических величин: паскаля, генри, ома, фарады и вольта.
3. Дайте определения системы физических величин и системы единиц физических величин. Приведите примеры основных и производных физических величин и единиц?
4. Сформулируйте основные принципы построения систем единиц физических величин.
5. Назовите производные единицы системы СИ, имеющие специальное название.
6. Какие внесистемные единицы допущены к применению наравне с единицами системы СИ?
7. Назовите приведенные значения физических величин, используя кратные и дольные приставки: $5,3 \cdot 10^{13}$ Ом; $10,4 \cdot 10^{13}$ Гц; $2,56 \cdot 10^7$ Па; $4,67 \cdot 10^4$ Ом; $0,067$ м; $0,0098$ с; $7,65 \cdot 10^{-3}$ с; $6,34 \cdot 10^{-6}$ Ф; $45,6 \cdot 10^{-9}$ с; $12,3 \cdot 10^{-13}$ Ф.
8. В чем заключается единство измерений?
9. Что такое эталон единицы физической величины? Какие типы эталонов вам известны?
10. Что такое поверочная схема и для чего она предназначена? Какие существуют виды поверочных схем?
11. Что такое поверка средств измерений и какими способами она может производиться?
12. Для чего используются стандартные образцы? Назовите их метрологические характеристики. Приведите пример стандартных образцов.
13. Расскажите о государственных эталонах основных единиц системы СИ. Проанализируйте каждый из них с точки зрения неизменности во времени, воспроизводимости и неуничтожимости.

Основные понятия теории погрешностей.

1. Перечислите возможные проявления погрешностей.
2. Назовите признаки, по которым классифицируются погрешности.
3. Сформулируйте свойства случайной, систематической и прогрессирующей составляющих погрешности измерений.
4. Приведите известные вам примеры методических погрешностей.
5. В чем заключаются принципы оценивания погрешностей?

6. Расскажите о математических моделях погрешности измерения.
7. Какие характеристики погрешностей вам известны?
8. Перечислите правила округления результатов измерений.
9. Каким образом ориентировочно оценить погрешность результата измерения по числу его значащих цифр.

Систематические погрешности.

1. Что такое систематическая погрешность. Приведите примеры.
2. Дайте определение исправленного результата измерений.
3. Каким образом классифицируются систематические погрешности.
4. Назовите способы выявления постоянных систематических погрешностей.
5. Назовите способы выявления переменных систематических погрешностей.
6. В чем состоит суть критерия Аббе.
7. Что такое дисперсионный анализ и как он применяется для устранения систематических погрешностей.
8. Как обнаружить систематическую погрешность при помощи критерия Вилкоксона.
9. Каким образом оценивается целесообразность введения поправки для устранения систематической погрешности.

Случайные погрешности.

1. При каких условиях погрешность измерения может рассматриваться как случайная величина.
2. Перечислите свойства интегральной и дифференциальной функций распределения случайной величины.
3. Назовите числовые параметры законов распределения.
4. Каким образом может задаваться центр распределения.
5. Что такое моменты распределения. Какие из них нашли применение в метрологии.
6. Назовите основные классы распределений, используемых в метрологии.
7. Дайте характеристику распределения, входящим в класс трапециидальных распределений.
8. Что такое экспоненциальные распределения. Каковы их свойства и характеристики.
9. Что такое нормальное распределение. Почему оно играет особую роль в метрологии.
10. Что такое функция Лапласа и для чего она используется.
11. Как описывается и где используется семейство распределений Стьюдента.
12. Какие точечные оценки законов распределения вы знаете. Какие требования предъявляются к ним.
13. Что такое доверительный интервал. Какие способы его задания вам известны.

Грубые погрешности и методы их исключения.

1. Что такое грубые погрешности и промахи. Как определить их присутствие в выборке по виду закона распределения или гистограмме.
2. Расскажите о критерии «трех сигма» и его модификациях.
3. Как применить критерий Романовского для исключения из выборки промахов.
4. В чем суть критерия Шарлье.
5. Расскажите об использовании вариационного критерия Диксона для нахождения промахов.

Сертификация

1. Какие лица или органы участвуют в подтверждении соответствия?
2. Какая сторона подтверждает соответствие: а) при сертификации соответствия; б) при декларировании соответствия?
3. Какую сторону представляет продавец: а) как получатель товара; б) при реализации товара покупателю?
4. Назовите законодательные акты, предусматривающие обязательную сертификацию.
5. Кем утверждаются перечни продукции, подлежащие сертификации соответствия и декларированию соответствия?
6. Укажите нормативные документы, требования которых проверяются при обязательной сертификации.
7. В чем заключается специфическая цель обязательной сертификации?
8. В чем состоят общие цели обязательной и добровольной сертификации?
9. В чем заключается специфическая цель добровольной сертификации?
10. Какая форма подтверждения соответствия преобладает в России, какая — за рубежом?
11. В чем сходство в процедурах обязательной сертификации и декларирования соответствия?
12. В чем различие в процедурах обязательной сертификации и декларирования соответствия?
13. Какие из перечисленных товаров являются объектом обязательной сертификации и декларирования соответствия: продукты питания для детей, хлебобулочные изделия, алкогольные напитки, одеяла, электроприборы, фотообъективы?
14. Кем заверяется копия сертификата соответствия?
15. Какие федеральные органы исполнительной власти создают системы сертификации?
16. Какая система сертификации (с точки зрения принадлежности к федеральному органу исполнительной власти, сформировавшему систему) охватывает товары народного потребления и услуги населению?
17. В чем заключаются функции органа сертификации?
18. В чем различие понятий «схема сертификации» и «порядок сертификации»?
19. Какая схема сертификации продукции является самой жесткой?
20. Какова цель инспекционного контроля в работах по сертификации?

21. Какие дополнительные документы может запросить у заявителя орган по сертификации?
22. Какие иностранные сертификаты признаются в России?
23. В чем отличие схем сертификации продукции от схем сертификации услуг?
24. Какие специфические виды государственных стандартов используются при сертификации услуг?
25. Какие нормативные документы используются при сертификации систем качества?
26. Какова цель сертификации систем качества?
27. Какие предписания выдаются при госнадзоре организациям, которые нарушают обязательные требования государственных стандартов?
28. Как решается проблема «снятия избыточности» обязательной сертификации?
29. Перечислите направления совершенствования сертификации в рамках вступления России в ВТО.

Стандартизация

1. Какие документы охватывает понятие «нормативный документ»?
2. Какие из перечисленных нормативных документов содержат обязательные требования: государственные стандарты, кодексы установившейся практики, правила, технические регламенты, отраслевые стандарты, общероссийские классификаторы, стандарты общественных объединений?
3. При реализации каких целей выполняются следующие функции: а) охранная; б) ресурсосберегающая; в) коммуникативная; г) цивилизующая?
4. При разработке каких нормативных документов используется метод систематизации объектов?
5. За счет чего удастся повысить качество готовой продукции при осуществлении комплексной стандартизации?
6. Почему опережающая стандартизация позволяет повысить конкурентоспособность продукции?
7. Какие обязательные требования к продукции установил ФЗ о техническом регулировании?
8. Как расшифровать аббревиатуру ГОСТ?
9. Прерогативой каких документов является установление обязательных требований?
10. Чем отличаются правила по стандартизации от рекомендаций по стандартизации? Приведите пример того и другого документа.
11. Что такое вид стандарта? Перечислите основные виды стандартов.
12. Что такое основополагающий стандарт? Приведите примеры организационно-методических и общетехнических стандартов.
13. Какие требования предъявляются к стандартам на методы контроля?
14. Что такое знак соответствия национальному стандарту?
15. Какие требования предъявляются к применению знака соответствия?
16. Какие ранее действовавшие категории стандартов заменяет стандарт

организации?

17. В чем преимущества стандарта организации перед национальным стандартом?
18. Назовите объекты стандартов организаций.
19. Назовите субъекты стандартов организаций.
20. Приведите примеры государственных стандартов, используемых в организациях розничной торговли.
21. В каком источнике содержится информация о действующих государственных стандартах РФ?
22. Какой вариант применения международного стандарта в Российской Федерации реализован в стандарте ГОСТ Р ИСО 9000—2001 (судя по обозначению)?
23. Какой вариант применения международного стандарта в Российской Федерации реализован в стандарте ГОСТ Р 50231—92 (ИСО 7173—89) (судя по обозначению)?
24. Назовите основные правила, предусматриваемые Соглашением по техническим барьерам в торговле.
25. Требования каких международных профессиональных объединений следует учитывать при продвижении товара на внешний рынок?
26. Приведите примеры технических барьеров из области стандартизации.
27. Каким основным документом в странах ЕС представлено техническое законодательство?
28. Какие комплексы стандартов особенно широко используются для целей сертификации?
29. Какой основной документ является главным результатом работ по Единой системе классификации и кодирования технико-экономической информации?
30. Назовите источник первичных данных, положенных в основу каталогизации продукции.
31. В каких случаях технические условия выполняют роль технических документов и нормативных документов?
32. Назовите объекты технических условий.
33. Назовите специфические виды стандартов, используемые при стандартизации услуг.
34. Укажите приоритетные направления технического регулирования в области стандартизации.
35. Какие условия в сфере стандартизации должна выполнить Россия для вступления в ВТО?
36. Какие нормативные документы в области стандартизации за рубежом носят добровольный характер?
37. Какие федеральные законы составляют техническое законодательство России?

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

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)

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ ПО ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

на __ учебный год

№№ пп	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа одобрена на заседании кафедры
ядерной физики
(протокол № от .0. 2021 г.)

Заведующий кафедрой

ядерной физики
к.ф.-м.н., доцент

_____ А.И. Тимощенко

УТВЕРЖДАЮ

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

_____ М.С. Тиванов