


МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
ядерной физики

 / Кадменский С. Г./
30.06.2021г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.О.16 Метрология, стандартизация и сертификация**

1. Код и наименование направления подготовки/специальности:

14.03.02 Ядерные физика и технологии

2. Профиль подготовки/специализация:

Физика атомного ядра и частиц

3. Квалификация выпускника: бакалавр

4. Форма обучения: очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:

кафедра ядерной физики

6. Составители программы:

к.ф.-м.н. доц, Любашевский Дмитрий Евгеньевич

7. Рекомендована:

Научно – методическим советом физического факультета, протокол №6 от 24.06.2021
РП продлена на 2022-2023 учебный год, НМС физического факультета от 14.06.2022,
протокол №6.

Рабочая программа продлена научно-методическим советом физического факультета от
25.05.2023, протокол №5.

8. Учебный год: 2022/2023

Семестр(ы): 3

9. Цели и задачи учебной дисциплины

Целями освоения учебной дисциплины являются:

- ознакомление студентов с организацией метрологического обеспечения, устройством, принципами действия и основными характеристиками измерительных приборов;
- методами повышения точности измерения физических величин; принципов поверок измерительных приборов и установок.

Задачи учебной дисциплины:

- ознакомить студентов с основными методами наблюдения, измерений и экспериментирования, способами устранения или компенсации погрешностей и их учёта.
- освоение физической теории измерений и анализа погрешностей в адекватной математической форме, использование теоретических знаний для решения практических задач организации измерений.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Учебная дисциплина относится к обязательной части Блока 1.

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПК-3	Готов к проведению физических экспериментов по заданной методике, составлению описания проводимых исследований и анализу результатов.	ПК-3.2	Знает теоретические основы метрологии и сертификации средств измерения.	Знать: -методы организации и проведения измерений и исследований, включая современные методы проведения измерительного эксперимента; Уметь: -применять методы организации и проведения измерений и исследований, обрабатывать и проводить анализ результатов измерений; Владеть: - навыками работы в поиске, обработке, анализе большого объема новой информации и представления ее в качестве статей, докладов, научных отчетов и презентаций.

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час —2/72.

Форма промежуточной аттестации – зачет.

13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость		
	Всего	По семестрам	
		3 семестр	
Аудиторные занятия	32	32	
в том числе:	лекции	16	16
	практические	16	16
	лабораторные		
Самостоятельная работа	40	40	

в том числе: курсовая работа (проект)		
Контроль		
Форма промежуточной аттестации	Зачет	Зачет
Итого:	72	72

13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК *
1. Лекции			
1.1	Основные понятия и определения курса. Техническое законодательство.	Краткое содержание раздела. Определения понятий метрология, стандартизация и подтверждения соответствия. Понятие качества, требования к качеству, оценка и система качества. Техническое законодательство. Понятие о техническом регулировании. Объекты технического регулирования. Области технического регулирования. Понятие о технических регламентах. Виды, порядок разработки и применение технических регламентов.	-
1.2	Стандартизация	Краткое содержание раздела. История развития стандартизации. Цели, объекты, принципы стандартизации. Методы стандартизации. Национальная система стандартизации России. Комплекс стандартов в Российской Федерации. Их характеристика. Порядок разработки национальных стандартов. Государственный контроль и надзор за соблюдением требований по стандартизации. Межотраслевые системы стандартов. Стандарты, обеспечивающие качество продукции. Система стандартов по управлению и информации. Система стандартов социальной сферы. Стандартизация услуг. Межгосударственная система стандартизации. Международная стандартизация. Национальная стандартизация зарубежных стран. Задачи международного сотрудничества в области стандартизации.	-
1.3	Метрология	Краткое содержание раздела. Теоретические основы метрологии. Физические свойства и величины. Уравнение связи между величинами. Постулаты метрологии. Единицы физических величин. Международная система единиц SI. Основные этапы процесса измерения. Классификация измерений. Шкалы измерений. Понятие об испытании и контроле. Погрешность результата измерения. Классификация погрешностей. Систематические и случайные погрешности. Методы измерения. Средства измерений (СИ), их классификация и свойства. Шкалы средств измерений. Погрешности СИ. Метрологические характеристики СИ. Нормирование метрологических характеристик. Методы повышения точности СИ. Обработка результатов измерения. Прямые и косвенные измерения. Однократные и многократные	-

		измерения. Классификация СИ. Класс точности СИ. Повертка и калибровка СИ. Выбор СИ. Измерительные приборы и установки, системы и комплексы. Технические измерения. Нормативная основа обеспечения единства измерений в РФ (ГСИ). Метрологическое обеспечение. Функции метрологических служб. Закон РФ «Об обеспечении единства измерений». Метрологическая надежность СИ. Показатели метрологической надежности СИ. Межповерочные и межкалибровочные интервалы СИ и методы их определения.	
1.4	Сертификация	Краткое содержание раздела. Основные понятия в области оценки и подтверждения соответствия. Формы подтверждения соответствия: обязательная сертификация, декларирование соответствия и добровольная сертификация. Участники обязательной сертификации, участники добровольной сертификации, участники декларирования соответствия. Системы сертификации. Нормативная база сертификации. Схемы сертификации и декларирования соответствия. Сертификация услуг, систем качества, средств измерений. Инспекционный контроль сертифицированных объектов. Ответственность за нарушение обязательных требований регламентов и правил сертификации.	-

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)					Всего
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Контроль	
1	Основные понятия и определения курса. Техническое законодательство.	4	4		10		18
2	Стандартизация	4	4		10		18
3	Метрология	4	4		10		18
4	Сертификация	4	4		10		18
	Итого:	16	16		40		72

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Изложение материала преподавателем необходимо вести в форме, доступной для понимания. Для улучшения усвоения учебного материала необходимо применять традиционные и современные технические средства обучения. Для самостоятельного изучения отведено время на все разделы курса.

Студентам на лекциях необходимо вести подробный конспект и стараться понять материал курса, не стесняться задавать преподавателю вопросы для углубленного понимания конкретных проблем курса. Для полного понимания материала следует активно использовать консультации. Для самостоятельного изучения разделов курса, рекомендованных преподавателем, необходимо пользоваться основной и дополнительной литературой, интернет-ресурсами.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Сергеев А. Г. Метрология, стандартизация и сертификация: учебник для вузов / А.Г. Сергеев В.В. Терегеря .— М. : Юрайт, 2010 .— 820 с. (30 экз)

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
6	Мурашкина Т. И. Техника физического эксперимента и метрология : [учебное пособие для студ. вузов, обуч. по направлениям подготовки "Лазерная техника и лазерные технологии", "Приборо-строение"] / Т.И. Муракина .— Санкт-Петербург : Политехника, 2015 .— 137, [1] с
7	Правиков Ю. М. Метрологическое обеспечение производства : [учебное пособие для студ. вузов, обуч. по направлениям подготовки "Технология, оборудование и автоматизация машиностроит. производств", "Конструкт.-технол. обеспечение машиностроит. производств", "Автоматизир. тех-нологии и производства"] / Ю.М. Правиков, Г.Р. Муслина .— Москва : КНОРУС, 2012 .— 236, [1] с.
8	Радкевич Я. М. Метрология, стандартизация и сертификация : учебник для бакалавров : [для студ., обуч. по направлениям подготовки: "Технология, оборудование и автоматизация машино-строит. производств", "Конструктор.-технол. обеспечение машиностроительных производств", "Автоматизир. технологии и производства"] / Я.М. Радкевич, А.Г. Схиртладзе .— 5-е изд., перераб. и доп. — Москва : Юрайт, 2013 .— 813 с
9	Димов Ю. В. Метрология, стандартизация и сертификация : [учебник для вузов, обуч. по направ-лениям подготовки бакалавров и магистров, и дипломир. специалистов в обл. техники и техноло-гии] / Ю.В. Димов .— 3-е изд. — СПб. [и др.] : Питер, 2010 .— 463 с.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)*:

№ п/п	Ресурс
10	www.lib.vsu.ru – ЗНБ ВГУ
11	https://edu.vsu.ru – Электронный университет ВГУ

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы (учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных), курсовых работ и др.)

№ п/п	Источник
1	Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов направления 14.04.02. Ядерная физика и технологии, - Вахтель В.М., Титова Л.В. – ВГУ. 2018. – 17 с.

17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ), электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

При проведении занятий по дисциплине используются следующие образовательные технологии:

- активные и интерактивные формы проведения занятий;
- компьютерные технологии при проведении занятий;
- презентационные материалы и технологии при объяснении материала на лекционных и практических занятиях;
- специализированное оборудование при проведении лабораторных работ;
- разбор конкретных ситуаций при постановке целей и задач к разработке прикладных программ, при выборе программного обеспечения по установленным критериям, при разработке программ по предусмотренным алгоритмам и методам

Для самостоятельной работы используется ЭБС Университетская библиотека online - www.lib.vsu.ru - ЗНБ ВГУ. Программное обеспечение, применяемое при реализации дисциплины – Microsoft Windows, LibreOffice, CodeBlocks, Adobe Reader, Mozilla FireFox.

Дистанционные образовательные технологии (ДОТ) применяются с использованием образовательного портала «Электронный университет ВГУ».

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, текущего контроля и промежуточной аттестации г.Воронеж, площадь Университетская, д. 1, пом. I, ауд. 435	Специализированная мебель, ноутбук ASUS VIVOBOOK X507-EJ057, проектор BenQ MP515 ST, переносной экран для проектора на штативе SceenMedia Aplo-T Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019. LibreOffice (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/) Adobe Reader (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses)
Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования г.Воронеж, площадь Университетская, д. 1, пом. I, ауд. 31	Ноутбук ASUS VIVOBOOK X507-EJ057, проектор BenQ MP515 ST, переносной экран для проектора на штативе SceenMedia Aplo-T
Аудитория для самостоятельной работы. г. Воронеж, площадь Университетская, д. 1, пом. I, ауд. 507П	Специализированная мебель, компьютеры Pentium-II, III (10 шт.), объединенные в локальную сеть с возможностью подключения к сети «Интернет».

19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1.	Темы 1-4	ПК-3	ПК-3.2	Контрольные работы, собеседование
Промежуточная аттестация форма контроля - зачет				Пункт 20.2.1 Вопросы к зачету

20 Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

20.1 Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Контрольные работы

20.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Собеседование по вопросам к зачету

20.2.1. Перечень вопросов к зачету:

1. Основные понятия в области оценки и подтверждения соответствия. Формы подтверждения соответствия: обязательная сертификация, декларирование соответствия и добровольная сертификация.

2. Системы сертификации. Нормативная база сертификации. Схемы сертификации и декларирования соответствия.
3. Сертификация услуг, систем качества, средств измерений. Инспекционный контроль сертифицированных объектов. Ответственность за нарушение обязательных требований регламентов и правил сертификации.
4. Теоретические основы метрологии. Физические свойства и величины. Уравнение связи между величинами.
5. Постулаты метрологии. Единицы физических величин. Международная система единиц SI. Основные этапы процесса измерения. Классификация измерений. Шкалы измерений.
6. Понятие об испытании и контроле. Погрешность результата измерения. Классификация погрешностей. Систематические и случайные погрешности.
7. Методы измерения. Средства измерений (СИ), их классификация и свойства. Шкалы средств измерений. Погрешности СИ. Метрологические характеристики СИ. Нормирование метрологических характеристик.
8. Методы повышения точности СИ. Обработка результатов измерения. Прямые и косвенные измерения. Однократные и многократные измерения.
9. Измерительные приборы и установки, системы и комплексы. Технические измерения.
10. Нормативная основа обеспечения единства измерений в РФ (ГСИ). Метрологическое обеспечение. Функции метрологических служб. Закон РФ «Об обеспечении единства измерений».
11. История развития стандартизации. Цели, объекты, принципы стандартизации. Методы стандартизации.
12. Национальная система стандартизации России. Комплекс стандартов в Российской Федерации. Их характеристика.
13. Порядок разработки национальных стандартов. Государственный контроль и надзор за соблюдением требований по стандартизации.
14. Межотраслевые системы стандартов. Стандарты, обеспечивающие качество продукции.
15. Система стандартов по управлению и информации. Система стандартов социальной сферы. Стандартизация услуг.
16. Межгосударственная система стандартизации. Международная стандартизация.
17. Национальная стандартизация зарубежных стран. Задачи международного сотрудничества в области стандартизации.
18. Определения понятий метрология, стандартизация и подтверждения соответствия.

19. Понятие качества, требования к качеству, оценка и система качества. Техническое законодательство.

20. Понятие о техническом регулировании. Объекты технического регулирования. Области технического регулирования.

21. Понятие о технических регламентах. Виды, порядок разработки и применение технических регламентов.

Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Обучающийся в полной мере владеет понятийным аппаратом дисциплины (теоретическими основами дисциплины), способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применять теоретические знания для решения практических задач в области физики.	Достаточный уровень	зачтено
Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует перечисленным показателям. Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки в ответе.	–	Не зачтено

ПК-3

Готов к проведению физических экспериментов по заданной методике, составлению описания проводимых исследований и анализу результатов

Перечень заданий для проверки сформированности компетенции:

1. Округлите число 999,99872142 при погрешности $\pm 0,000005$
 - a) **999,998721**
 - b) 999,99872142
 - c) 999,9987
 - d) 1000
2. При сохранении четырех значащих цифр округлите число 283435
 - a) 283435
 - b) 283440
 - c) 283430
 - d) **283400**
3. Укажите три раздела метрологии.
 - a) **Теоретическая метрология**
 - b) Исполнительная метрология
 - c) **Прикладная метрология**
 - d) **Законодательная метрология**
 - e) Техническая метрология

4. Проведите классификацию ФВ по степени условной независимости от других величин данной группы ФВ. (Выпишите верные варианты в правильном порядке)
- a) Основные**
 - b) Дополнительные**
 - c) Вспомогательные
 - d) Производные**
 - e) Независимые
5. По каким двум признакам принято классифицировать систематические погрешности?
- a) По причинам возникновения**
 - b) По классу погрешности
 - c) По характеру измерения**
 - d) По признаку Гольдштейна
 - e) По группе Лоренца
6. Какой из этих методов измерений в действительности не существует?
- a) Метод непосредственной оценки
 - b) Интегральный метод**
 - c) Нулевой метод
 - d) Метод замещения
7. Какими признаками не должен обладать эталон?
- a) Воспроизводимость
 - b) Неизменность
 - c) Сличаемость
 - d) Массовость**
8. Назовите общие цели стандартизации.
- a) единство измерений**
 - b) экономия всех видов ресурсов**
 - c) обороноспособность и мобилизационная готовность страны**
 - d) эстетическое удовольствие
 - e) увеличение количества продукции
9. Какая наука занимается измерением и количественной оценки качества всевозможных предметов и процессов?
- a) Метрология
 - b) Квалиметрия**
 - c) Полиномия
 - d) Метрософия
10. Какие показатели качества не определяют надежность?
- a) Безотказность
 - b) Долговечность
 - c) Ремонтпригодность
 - d) Эффективность конструкторско-технологических решений**
11. Какие существуют группы методов оценки качества товаров?
- a) Эвристические**
 - b) Ортодоксальные
 - c) Объективные**
 - d) Мнимые

- e) Качественные
- 12. В какую группу методов определения качества входит экспертный метод?
 - a) **Эвристические**
 - b) Социологические
 - c) Объективные
 - d) Качественные
 - e) Антропогенные
- 13. Назовите метод определения качества, основанный на получении информации расчетом
 - a) **Расчетный**
 - b) Метод опытной эксплуатации
 - c) Органолептический метод
 - d) Экспертный метод
- 14. Какие эталоны являются высшим звеном эталонной базы страны?
 - a) **Первичные**
 - b) Государственные первичные
 - c) Эталоны сравнения
 - d) Рабочие эталоны
- 15. Назовите, какой вид измерений не является измерением по способу получения числового значения измеряемой величины
 - a) Прямые
 - b) Совокупные
 - c) Косвенные
 - d) **Абсолютные**

1) Тестовые задания без выбора ответов

1. Можно ли определить истинное значение измеряемой величины?

Истинным называется значение ФВ, идеальным образом характеризующее свойство данного объекта как в количественном, так и в качественном отношении. Оно не зависит от средств нашего познания и является той абсолютной истиной, к которой мы стремимся, пытаясь выразить её в виде числовых значений. На практике это абстрактное понятие приходится заменять понятием «действительное значение»

2. Наблюдается ли какая-нибудь закономерность в появлении случайных погрешностей измерений?

В появлении таких погрешностей не наблюдается какой-либо закономерности, они обнаруживаются при повторных измерениях одной и той же величины в виде некоторого разброса получаемых результатов. Случайные погрешности неизбежны, неустранимы и всегда присутствуют в результате измерения, однако их можно существенно уменьшить, увеличив число наблюдений. Описание случайных погрешностей возможно только на основе теории случайных процессов и математической статистики. Для получения результата, минимально отличающегося от истинного значения измеряемой величины, проводят многократные измерения требуемой величины с последующей математической обработкой экспериментальных данных.

- 3. Как изменяется относительная погрешность измерений с уменьшением действительного или измеренного значения измеряемой величины?**
Увеличивается
- 4. Чем обусловлено наличие динамической погрешности средства измерения?**
Динамической называется погрешность СИ, возникающая дополнительно при измерении изменяющейся (в процессе измерений) ФВ. Динамическая погрешность СИ обусловлена несоответствием его реакции на скорость (частоту) изменения измеряемого сигнала
- 5. Проведите классификацию систематических погрешностей измерения в зависимости от причин возникновения**
В зависимости от причин возникновения систематические погрешности измерения делятся на инструментальные погрешности измерения, погрешности метода измерений, погрешности из-за изменения условий измерения и субъективные погрешности измерения
- 6. Что характеризует дисперсия случайной величины?**
Дисперсия характеризует разброс случайной величины вокруг ее математического ожидания
- 7. В чем заключается недостаток оценивания случайных погрешностей доверительным интервалом?**
Недостатком оценивания случайной погрешности доверительным интервалом при произвольно выбираемых доверительных вероятностях является невозможность суммирования нескольких погрешностей, так как доверительный интервал суммы не равен сумме доверительных интервалов. В то же время необходимость в суммировании случайных погрешностей существует, когда нужно оценить погрешность суммированием ее составляющих, подчиняющихся к тому же разным законам распределения
- 8. Дайте определение понятию грубая погрешность. Назовите причины её возникновения**
Грубая погрешность, или промах, – это погрешность результата отдельного измерения, входящего в ряд измерений, которая для данных условий резко отличается от остальных результатов этого ряда. Источником грубых погрешностей нередко бывают ошибки, допущенные оператором во время измерений
- 9. Определите суть понятия «единство измерений».**
Единство измерений – состояние измерений, характеризующееся тем, что их результаты выражаются в узаконенных единицах, размеры которых в установленных пределах равны размерам единиц, воспроизводимых первичными эталонами, а погрешности результатов измерений известны и с заданной вероятностью не выходят за установленные пределы
- 10. Каким образом достигается тождественность единиц, в которых проградуированы все существующие СИ одной и той же величины?**
Это достигается путем точного воспроизведения и хранения в специализированных учреждениях установленных единиц ФВ и передачи их размеров применяемым СИ

11. Дайте определение понятия «средство измерений» и определите, в чем заключается метрологическая сущность СИ.

Средство измерений – это техническое средство (или комплекс), предназначенное для измерений, имеющее нормированные метрологические характеристики, воспроизводящие и (или) хранящие единицу физической величины, размер которой принимается неизменным (в пределах установленной погрешности) в течение известного интервала времени

12. Поясните, чем СИ отличается от измерительного преобразователя.

Измерительный преобразователь – это техническое средство с нормированными метрологическими характеристиками, служащее для преобразования измеряемой величины X в другую величину или измерительный сигнал X_1 , удобный для обработки, хранения, дальнейших преобразований, индикации или передачи. Информативным параметром входного сигнала СИ является параметр входного сигнала, функционально связанный с измеряемой величиной и используемый для передачи ее значения или являющийся самой измеряемой величиной

13. Дайте определение термину «стандартизация»

Стандартизация – это деятельность по установлению норм, правил и характеристик как обязательных для выполнения, так и рекомендованных

14. Назовите общие цели стандартизации.

Общие цели: - безопасность продукции, работ и услуг для окружающей среды, жизни, здоровья и имущества; - техническая и информационная совместимость, а также взаимозаменяемость продукции; - качество продукции, работ и услуг в соответствии с уровнем развития науки, техники и технологии; - единство измерений; - экономия всех видов ресурсов; - безопасность хозяйственных объектов с учетом риска возникновения природных и техногенных катастроф и других чрезвычайных ситуаций; - обороноспособность и мобилизационная готовность страны

15. Что такое предварительный стандарт?

Предварительный стандарт – это временный документ, который применяется органом по стандартизации и доводится до широкого круга потенциальных потребителей, а также тех, кто может его применить. Информация, полученная в процессе использования предварительного стандарта, и отзывы об этом документе служат базой для решения вопроса о целесообразности принятия стандарта