


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.В.10 Статистическая обработка результатов измерений

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:

доц., к.ф.м.н. Долгополов Михаил Анатольевич

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.

8. Учебный год: 2023/2024

Семестр(ы): 6

9. Цели и задачи учебной дисциплины

Целями освоения учебной дисциплины являются:

- изучение методов статистической обработки ядерно-физических измерений.

Задачи учебной дисциплины:

- дать знания о принципах ядерно-физических методов исследования характеристик вещества;
- дать умения выбирать отдельные методы анализа;
- навыками получения результатов анализа по полученным данным.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Учебная дисциплина относится к части цикла Б1.В.ОД (Часть, формируемая участниками образовательных отношений).

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-2	Проводит математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований.	ПК-2.1	Знает методы расчетно-теоретического исследования физических процессов, создания программ расчета количественных характеристик физических процессов и явлений.	Знать: основные понятия теории эксперимента методы статистического анализа, принципы и методы планирования эксперимента, необходимых для решения производственных и эксплуатационных задач Уметь: применять метрологический анализ результатов; применять теорию эксперимента при решении различных инженерных задач Владеть: методами решения инженерных задач по планированию эксперимента и обработке его результатов
ПК-3	Готов к проведению физических экспериментов по заданной методике, составлению описания проводимых исследований и анализу результатов.	ПК-3.5	Уметь выработать требования к точности измерений, осуществлять контроль.	
ПК-5	Способен к организации метрологического обеспечения технологических процессов, к использованию типовых методов контроля качества выпускаемой продукции.	ПК-5.1	Знает физические основы и методы измерений, методы оценки погрешностей измерения.	
		ПК-5.3	Владеть методами расчета погрешностей измерений, методами контроля качества,	

			навыками обработки экспериментальных данных и оценки точности (неопределенности) измерений, испытаний и достоверности контроля.	
--	--	--	---	--

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час —3/108.

Форма промежуточной аттестации – экзамен.

13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость		
	Всего	По семестрам	
		6 семестр	
Аудиторные занятия	44	44	
в том числе:	лекции	30	30
	практические	14	14
	лабораторные		
Самостоятельная работа	28	28	
в том числе: курсовая работа (проект)			
Контроль	36	36	
Форма промежуточной аттестации	Экзамен	Экзамен	
Итого:	108	108	

13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК *
1. Лекции			
1.1	Случайные величины.	Понятия о случайной величине. Вероятности, распределения случайных величин. Параметры распределений: среднее значение и дисперсия. рассеяние случайных величин. Неравенство Чебышева. Квантили. Примеры распределений: биномиальное, нормальное, Пуассона.	-
1.2	Функции случайных величин.	Ковариация и коэффициент корреляции. Приближенный метод анализа случайных величин. Преобразование определений. Центральная предельная теорема.	-
1.3	Некоторые специальные распределения.	распределение Пирсона, распределение Фишера, распределение Стьюдента и их свойства.	-
1.4	Эксперимент и статистическая обработка параметров распределения.	Доверительный интервал и доверительная вероятность. Выборочный метод и задачи статистики. Принцип максимального правдоподобия (ПМП). Оценка параметров распределений на основе ПМП. Примеры:	-

		распределения Пуассона и нормальное. Достоверность оценки дисперсии. Достоверность оценки среднего генеральной совокупности. Достоверность оценки среднего пуассоновского процесса.	
1.5	Статистическая проверка гипотез.	Критерий значимости. Альтернативные гипотезы и мощность критерия. Проверка распределений: критерий «хи-квадрат». Сравнение дисперсий. Сравнение средних. Сравнение средних при бедной статистике. Анализ грубых ошибок.	-
1.6	Регрессионный анализ.	Стохастическая зависимость. Регрессионный анализ, метод наименьших квадратов. Оценка линии регрессии. Дисперсия коэффициентов регрессии. Достоверность оценки линии регрессии. Анализ погрешностей в определении аргумента.	-
1.7	Корреляционный анализ.	Некоторые вопросы планирования эксперимента. Оптимальное распределение времени наблюдений. Выбор точек наблюдения. Последовательное планирование.	-

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	Случайные величины.	4	2		4	5	15
2	Функции случайных величин.	4	2		4	5	15
3	Некоторые специальные распределения.	4	2		4	5	15
4	Эксперимент и статистическая обработка параметров распределения.	5	2		4	5	16
5	Статистическая проверка гипотез.	5	2		4	5	16
6	Регрессионный анализ.	4	2		4	5	15
7	Корреляционный анализ.	4	2		4	6	16
	Итого:	30	14		28	36	108

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	Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика: учебное пособие для студ. вузов / В.Е. Гмурман .— 12-е изд., перераб. — М.: Юрайт, 2010 .— 478 с.
2	Туганбаев А.А. Теория вероятностей и математическая статистика: учебное пособие / А.А. Туганбаев, В.Г. Крупин .— СПб. [и др.]: Лань, 2011 .— 223 с.
3	Щекунских С.С. Теория вероятностей с элементами математической статистики: учебное пособие / С.С. Щекунских, С.И. Мокшина, О.С. Воищева .— Воронеж : Воронеж. гос. ун-т, 2012 .— 206 с.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
4	Боровков А. А. Теория вероятностей / А. А. Боровков .— Изд. 4-е .— М. : УРСС, 2003 .— 470 с.
5	Вентцель Е. С. Теория вероятностей : учебник для студ. вузов / Е. С. Вентцель .— 9-е изд., стер. — М. : АCADEMIA, 2003 .— 571 с.
6	Гмурман, В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика : учеб. пособие для студ. вузов / В.Е. Гмурман .— 9-е изд., стер. — М. : Высш. шк., 2003 .— 478с.
7	Гмурман, В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика : учеб. пособие для студ. вузов / В.Е. Гмурман .— Изд. 11-е, стер. — М. : Высш. шк., 2005 .— 478 с.
8	Севастьянов Б. А. Курс теории вероятностей и математической статистики / Б.А. Севастьянов .— М. ; Ижевск : Ин-т компьютер. исслед., 2004 .— 271 с.
9	Горяинов В.Б. Математическая статистика : Учебник для студ. вузов / В.Б. Горяинов, И.В. Павлов, Г.М. Цветкова и др. ; Под ред. В.С. Зарубина, А.П. Крищенко .— 2-е изд., стер. — М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002 .— 423 с.
10	Ширяев А. Н. Вероятность : Учебник для студ. вузов по физ.-мат. направлениям и специальностям / А.Н. Ширяев .— М. : Изд-во МЦНМО, 2004-. Кн. 1: Вероятность-1 : Элементарная теория вероятностей. Математические основания. Предельные теоремы .— 3-е изд., перераб. и доп. — 2004 .— 519 с. Кн. 2: Вероятность-2 : Суммы и последовательности случайных величин- стационарные, мартингалы, марковские цепи .— 3-е изд., перераб. и доп. — 2004 .— С. 524-927
11	Ширяев А. Н. Вероятность : Учеб. пособие для студ. ун-тов, обуч. по специальности "Математика" / А.Н. Ширяев .— М. : "Наука" Глав. ред. физ.-мат. лит-ры, 1980 .— 574 с.
12	Печинкин А. В. Теория вероятностей : Учебник для студ. вузов / А. В. Печинкин и др. ; под ред. В.С. Зарубина, А. П. Крищенко .— 2-е изд. — М. : Изд-во МГТУ, 2001 .— 455 с.
13	Абиев А.Г. Планирование и статистическая обработка эксперимента : учеб. пособие / А.Г. Абиев. — Воронеж : Изд-во ВПИ, 1980 .— 80 с.
14	Ларин В.А. Статистическая обработка данных эксперимента : учеб. пособие / В.А. Ларин .— Днепропетровск : Б.и., 1983.
15	Колемаев В. А. Теория вероятностей и математическая статистика : Учеб. пособие для студ. экон. специальностей вузов / В.А. Колемаев, О.В. Староверов, В.Б. Турундаевский ; Под ред. В.А. Колемаева .— М. : Высш. шк., 1991 .— 399 с.
16	Пугачев В. С. Теория вероятностей и математическая статистика : Учеб. пособие для студ. вузов / В.С. Пугачев .— М. : Наука, 1979 .— 495, [1] с.
17	Чистяков В. П. Курс теории вероятностей : Учебник для студ. высш. техн. учеб. заведений / В.П. Чистяков .— 4-е изд. — М. : Агар, 1996 .— 255, [1] с.
18	Лавренчик В.Н. Постановка физического эксперимента и статистическая обработка его результатов: учеб. пособие для вузов / В.Н. Лавренчик .— М. Энергоатомиздат, 1986 .— 269 с.
19	Тихонов А.Н. Статистическая обработка результатов экспериментов : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Прикладная математика" / А.Н. Тихонов, М.В. Уфимцев .— М. : Изд-во МГУ, 1988 .— 173 с.
20	Боровков А. А. Теория вероятностей : Учеб. пособие для студ. мат. и физ. специальностей вузов / А.А. Боровков .— М. : Изд-во "Наука" Глав. ред. физ.-мат. лит-ры, 1976 .— 352 с.

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

№ п/п	Ресурс
21	www.lib.vsu.ru – ЗНБ ВГУ
22	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 14.03.02. 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 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)	г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.І, ауд. 343
Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования Ноутбук ASUS VIVOBOOK X507-EJ057, проектор BenQ MP515 ST, переносной экран для проектора на штативе SceenMedia Aplo-T	г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.І, ауд. 31
Компьютерный класс, аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, помещение для самостоятельной работы Специализированная мебель, компьютеры (системные блоки Intel Pentium-IV, мониторы LG FLATRON L17428-8F) (30 шт.) с	г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.І, ауд. 40/5

<p>возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета 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)</p>	
---	--

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.	Случайные величины.	ПК-2 ПК-3 ПК-5	ПК-2.1 ПК-3.5 ПК-5.1 ПК-5.3	Устный опрос
2	Функции случайных величин.			
3	Некоторые специальные распределения.			
4	Эксперимент и статистическая обработка параметров распределения.			
5	Статистическая проверка гипотез.			
6	Регрессионный анализ.			
7	Корреляционный анализ.			
Промежуточная аттестация форма контроля - экзамен				Пункт 20.2.1 Вопросы к экзамену

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:

Устный опрос

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

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Полное знание учебно-программного материала на уровне количественной характеристики. Способность самостоятельно ответить на дополнительные корректирующие вопросы преподавателя.	<i>Повышенный уровень</i>	Отлично

Знание основного программного материала на основе качественной характеристики, допускающее погрешности в ответах. Способность самостоятельно ответить на дополнительные корректирующие вопросы преподавателя.	<i>Базовый уровень</i>	Хорошо
Знание основного программного материала на основе качественной характеристики, допускающее погрешности в ответах. Способность скорректировать ответ под руководством преподавателя.	<i>Пороговый уровень</i>	Удовлетворительно
Не знание основного программного материала. Неспособность скорректировать ответ под руководством преподавателя.	–	Неудовлетворительно

20.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Собеседование по билетам к экзамену

20.2.1. Перечень вопросов к экзамену:

1. Параметры распределений: среднее значение и дисперсия, рассеяние случайных величин. Неравенство Чебышева. Квантили.
2. Стохастическая зависимость. Регрессионный анализ, метод наименьших квадратов. Оценка линии регрессии.
3. Примеры распределений: биномиальное, нормальное, Пуассона и их параметры.
4. Дисперсия коэффициентов регрессии.
5. Некоторые специальные распределения: распределение Пирсона, распределение Фишера, распределение Стьюдента и их свойства.
6. Достоверность оценки линии регрессии.
7. Эксперимент и статистическая обработка параметров распределения. Доверительный интервал и доверительная вероятность. Выборочный метод и задачи статистики. Принцип максимального правдоподобия (ПМП).
8. Анализ погрешностей в определении аргумента в регрессионном анализе.
9. Оценка параметров распределений на основе ПМП на примере распределения Пуассона.
10. Понятие о корреляционном анализе.
11. Оценка параметров распределений на основе ПМП на примере нормального распределения. Оценка параметров распределений на основе ПМП на примере нормального распределения.
12. Оптимальное распределение времени наблюдений.
13. Достоверность оценки среднего генеральной совокупности в ПМП.
14. Некоторые вопросы планирования эксперимента. Выбор точек наблюдения.
15. Достоверность оценки дисперсии в ПМП.

16. Некоторые вопросы планирования эксперимента. Последовательное планирование.

17. Достоверность оценки среднего пуассоновского процесса в ПМП.

18. Проверка распределений: критерий «хи-квадрат» и другие критерии.

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

Критерии оценивания компетенций	<i>Уровень сформированности компетенций</i>	Шкала оценок
Полное знание учебно-программного материала на уровне количественной характеристики. Способность самостоятельно ответить на дополнительные корректирующие вопросы преподавателя.	<i>Повышенный уровень</i>	Отлично
Знание основного программного материала на основе качественной характеристики, допускающее погрешности в ответах. Способность самостоятельно ответить на дополнительные корректирующие вопросы преподавателя.	<i>Базовый уровень</i>	Хорошо
Знание основного программного материала на основе качественной характеристики, допускающее погрешности в ответах. Способность скорректировать ответ под руководством преподавателя.	<i>Пороговый уровень</i>	Удовлетворительно
Не знание основного программного материала. Неспособность скорректировать ответ под руководством преподавателя.	–	Неудовлетворительно