

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

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
Ядерной физики

 / С.Г. Кадменский

28.08.2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В. 04 Статистическая обработка результатов измерений

1. Код и наименование направления подготовки/специальности:

03.03.02 Физика

2. Профиль подготовки/специализация:

Ядерная физика

3. Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

4. Форма обучения: очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:

кафедра ядерной физики

6. Составители программы:

Долгополов Михаил Анатольевич, к.ф.-м.н., доцент

7. Рекомендована: Научно-методическим советом физического факультета, протокол № 6 от 26.06.2019

РП продлена на 2022-2023 учебный год НМС физического факультета 14.06.2022, протокол №6.отметки о продлении вносятся вручную)

8. Учебный год: 2021/2022

Семестр(ы): 6

9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Формирование у студентов основ организации эксперимента, измерений и испытаний, овладение методами и практическими навыками планирования, проведения и обработки результатов измерений в ядерной физике.

Задачи курса:

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина «Статистическая обработка результатов измерений» относится к базовой части общенаучного цикла Б1 основной образовательной программы подготовки бакалавров по профилю Физика направления 03.03.02 Медицинская физика. Она базируется на курсах дисциплин, изучаемых в образовательных программах бакалавриата: «Математика», «Физика», «Информатика». Для освоения дисциплины «Статистическая обработка результатов измерений» необходимы знания, умения и компетенции, полученные при изучении предшествующих дисциплин основной образовательной программы бакалавра по направлению 03.03.02 Физика.

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

Компетенция		Планируемые результаты обучения
Код	Название	
ПК-4	способностью применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин	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.

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

Форма промежуточной аттестации зачет.

13. Виды учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость	
	Всего	По семестрам
		6 семестр
Контактные часы	16	16
в том числе:	16	16
лекции		
практические		
лабораторные		
Самостоятельная работа	56	59
Форма промежуточной аттестации	Зачет	Зачет
Итого:	72	72

13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
Лабораторные работы		
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 (МП). Оценка параметров распределений на основе МП. 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.
2. Практические занятия		
3. Лабораторные работы		

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1.1	Случайные величины.	2			8	10
1.2	Функции случайных величин.	2			8	10
1.3	Некоторые специальные распределения.	2			8	10
1.4	Эксперимент и статистическая обработка параметров распределения.	2			8	10
1.5	Статистическая проверка гипотез.	2			8	10
1.6	Регрессионный анализ.	2			8	10
1.7	Корреляционный анализ.	4			8	12
	Итого:	16			56	72

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

- изучение учебной, научной и методической литературы, материалов периодических изданий с привлечением электронных средств научной информации;
- подготовка к лабораторным занятиям, оформление отчетов.

Данная программа реализуется с учетом следующих принципов: современной научной целесообразности, нелинейности, учебной и исследовательской автономии студентов.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

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	Туғанбаев А.А. Теория вероятностей и математическая статистика : учебное пособие / А.А. Туғанбаев, В.Г. Крупин .— СПб. [и др.] : Лань, 2011 .— 223 с. // Издательство «Лань»: электронно-библиотечная система.— URL: https://e.lanbook.com/book/652#book_name .
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.
4	Горлач Б.А. Теория вероятностей и математическая статистика/ Издательство "Лань", ISBN: 978-5-8114-1429-1.— 2013.— 320 с. // Издательство «Лань»: электронно-библиотечная система.— URL: https://e.lanbook.com/book/4864#book_name .

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
5	Боровков А. А. Теория вероятностей / А. А. Боровков .— Изд. 4-е .— М. : УРСС, 2003 .— 470 с.
6	Вентцель Е. С. Теория вероятностей : учебник для студ. вузов / Е. С. Вентцель .— 9-е изд., стер. — М. : ACADEMIA, 2003 .— 571 с.
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

	<i>студентов вузов, обучающихся по специальности "Прикладная математика" / А.Н. Тихонов, М.В. Уфимцев .— М. : Изд-во МГУ, 1988 .— 173 с.</i>
20	<i>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.</i>

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

№ п/п	Источник
21	www.lib.vsu.ru – ЗНБ ВГУ
22	Теория вероятностей и математическая статистика [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие для вузов / Воронеж. гос. ун-т; сост.: Л.Н. Баркова .— Электрон. текстовые дан. — Воронеж : ИПЦ ВГУ, 2009 .— Загл. с титул. экрана .— Свободный доступ из интранета ВГУ .— Текстовый файл .— Windows 2000; Adobe Acrobat Reader .— <URL: http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m09-123.pdf >.

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

№ п/п	Источник
23	<i>Теория вероятностей и математическая статистика [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие для вузов / Воронеж. гос. ун-т; сост.: Л.Н. Баркова .— Электрон. текстовые дан. — Воронеж : ИПЦ ВГУ, 2009 .— Загл. с титул. экрана .— Свободный доступ из интранета ВГУ .— Текстовый файл .— Windows 2000; Adobe Acrobat Reader .— <URL:http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m09-123.pdf>.</i>

17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости):

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Аудитория, компьютер, проектор, экран, маркерная доска.

19. Фонд оценочных средств:

19.1. Перечень компетенций с указанием этапов формирования и планируемых результатов обучения

Код и содержание компетенции (или ее части)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции посредством формирования знаний, умений, навыков)	Этапы формирования компетенции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование)	ФОС* (средства оценивания)
ПК-4 способность применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин	Знать: Основные понятия теории эксперимента методы статистического анализа, принципы и методы планирования эксперимента, необходимых для решения производственных и эксплуатационных задач.	П. 1.1 – 1.7	Вопросы КМИ
	Уметь: применять метрологический анализ результатов; применять □ теорию эксперимента при решении различных инженерных задач.	П. 1.1 – 1.7	Вопросы КМИ
	Владеть: методами решения инженерных задач по планированию эксперимента и обработке его результатов.	П. 1.1 – 1.7	Вопросы КМИ
Промежуточная аттестация			КИМ

* В графе «ФОС» в обязательном порядке перечисляются оценочные средства текущей и промежуточной аттестаций.

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

Для оценивания результатов обучения на зачете

- 1) знание учебного материала и владение понятийным аппаратом дисциплины;;
- 2) умение связывать теорию с практикой;
- 3) умение иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований;
- 4) умение применять полученные знания на практике.
- 5) владеть понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами дисциплины), способность иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применять теоретические знания для решения практических задач.

Для оценивания результатов обучения на экзамене используется 2-балльная шкала: «зачтено», «не зачтено».

Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения.

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>Достаточный уровень</i>	<i>зачтено</i>
Не знание основного программного материала. Неспособность скорректировать ответ под руководством преподавателя.	–	<i>Не зачтено</i>

19.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

19.3.1 Перечень вопросов к зачету:

1. Случайные величины. Понятия о случайной величине. Вероятности, распределения случайных величин.
2. Статистическая проверка гипотез. Критерий значимости. Альтернативные гипотезы и мощность критерия.
3. Функции случайных величин. Ковариация и коэффициент корреляции. Приближенный метод анализа случайных величин. Преобразование распределений.
4. Анализ погрешностей в определении аргумента в регрессионном анализе.
5. Центральная предельная теорема и ее применение.
6. Сравнение дисперсий. Сравнение средних.
7. Параметры распределений: среднее значение и дисперсия. рассеяние случайных величин. Неравенство Чебышева. Квантили.
8. Стохастическая зависимость. Регрессионный анализ, метод наименьших квадратов. Оценка линии регрессии.
9. Примеры распределений: биномиальное, нормальное, Пуассона и их параметры.
10. Дисперсия коэффициентов регрессии.
11. Некоторые специальные распределения: распределение Пирсона, распределение Фишера, распределение Стьюдента и их свойства.
12. Достоверность оценки линии регрессии.
13. Эксперимент и статистическая обработка параметров распределения. Доверительный интервал и доверительная вероятность. Выборочный метод и задачи статистики. Принцип максимального правдоподобия (ПМП).
14. Анализ погрешностей в определении аргумента в регрессионном анализе.

15. Оценка параметров распределений на основе ПМП на примере распределения Пуассона.
16. Понятие о корреляционном анализе.
17. Оценка параметров распределений на основе ПМП на примере нормального распределения. Оценка параметров распределений на основе ПМП на примере нормального распределения.
18. Оптимальное распределение времени наблюдений.
19. Достоверность оценки среднего генеральной совокупности в ПМП.
20. Некоторые вопросы планирования эксперимента. Выбор точек наблюдения.
21. Достоверность оценки дисперсии в ПМП.
22. Некоторые вопросы планирования эксперимента. Последовательное планирование.
23. Достоверность оценки среднего пуассоновского процесса в ПМП.
24. Проверка распределений: критерий «хи-квадрат» и другие критерии.

19.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в форме устного опроса: индивидуальный опрос, фронтальная беседа); письменных работах .

Критерии оценивания приведены выше.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний и практические задания, позволяющие оценить степень сформированности умений и навыков.

При оценивании используются количественные шкалы оценок. Критерии оценивания приведены выше.