

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Высшая школа общей и прикладной физики

Программа утверждена решением президиума
Ученого совета ННГУ
протокол от «14» декабря 2021г. № 4.

Рабочая программа дисциплины

Теория вероятностей и математическая статистика

Уровень высшего образования
Бакалавриат

Направление подготовки / специальность
03.03.02 - Физика

Направленность образовательной программы
Фундаментальная физика

Форма обучения
Очная

Нижний Новгород

2022 год

1. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина Б1.О.06.07 «Теория вероятностей и математическая статистика» относится к обязательной части ООП направления подготовки 03.03.02 Физика.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
ОПК-1: Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности;	Демонстрация способности применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности	Знать определения и свойства основных объектов теории вероятностей и математической статистики (частота событий, алгебра событий, свойства вероятностных мер, функции распределения случайных величин, выборочные характеристики и т.д.) и методы работы с ними. Уметь применять полученные теоретические знания для решения основных задач теории вероятностей (комбинаторные задачи классической схемы, задачи на геометрические вероятности, преобразования случайных величин, вычисление статистических параметров случайных величин и т.д.). Владеть навыками решения задач, основанных на полученных в ходе освоения дисциплины знаниях.	Собеседование и задачи (практические задания)

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость	3

Часов по учебному плану	108
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	32
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	32
- КСР	1
самостоятельная работа	43
Промежуточная аттестация	0 Зачёт с оценкой

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе				
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них				Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Всего	
	очная	очная	очная	очная	очная	очная
Тема 1. Аксиоматика Колмогорова	6	2	2		4	2
Тема 2. Основные вероятностные схемы	6	2	2		4	2
Тема 3. Свойства вероятности. Условная вероятность.	6	2	2		4	2
Тема 4. Случайные величины	6	2	2		4	2
Тема 5. Случайные векторы. Условные законы распределения.	6	2	2		4	2
Тема 6. Математическое ожидание	6	2	2		4	2
Тема 7. Моментные характеристики	7	2	2		4	3
Тема 8. Характеристические функции	8	2	2		4	4
Тема 9. Предельные теоремы теории вероятностей (закон больших чисел, центральная предельная теорема)	8	2	2		4	4

Тема 10. Основные понятия математической статистики	8	2	2		4	4
Тема 11. Оценивание статистических параметров	8	2	2		4	4
Тема 12. Проверка статистических гипотез	8	2	2		4	4
Тема 13. Введение в теорию случайных функций	12	4	4		8	4
Тема 14. Элементы случайного анализа	12	4	4		8	4
Аттестация	0					
КСР	1				1	
Итого	108	32	32	0	65	43

Практические занятия (семинарские занятия /лабораторные работы) организуются, в том числе в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Практическая подготовка предусматривает:

Разбор решения задач различной степени сложности, проведение обсуждения рассматриваемых проблем в свете последних научных достижений в соответствующей области знаний. Студенты работают как индивидуально, так и коллективно.

На проведение практических занятий (семинарских занятий /лабораторных работ) в форме практической подготовки отводится 4 ч.

Практическая подготовка направлена на формирование и развитие:

- практических навыков в соответствии с профилем ОП:

Применение знаний и умений при решении научно-исследовательских задач профессиональной деятельности

- компетенций:

ОПК-1: Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках: занятий семинарского типа, групповых консультаций, индивидуальных консультаций.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:

5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности компетенций						
	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибки.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько незначительных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений . Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания но не в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными незначительными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом . Невозможность	При решении стандартных задач не продемонстрированы	Имеется минимальный набор навыков для решения	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных

	оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	стандартных задач с некоторыми недочетами	задач с некоторыми недочетами	задач без ошибок и недочетов.	ых задач без ошибок и недочетов.	ых задач
--	--	---	---	-------------------------------	-------------------------------	----------------------------------	----------

Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	Превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне, выше предусмотренного программой
	Отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	Очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
	Хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
	Удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	Неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
	Плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

(согласно оценочным средствам табл.2)

5.2.1 Контрольные вопросы

Вопрос	Код формируемой компетенции
1) Аксиомы Колмогорова.	ОПК-1
2) Свойства вероятности, вытекающие из аксиом. Вероятность суммы событий.	ОПК-1
3) Условная вероятность. Формула полной вероятности. Формула Байеса.	ОПК-1

4) Последовательность независимых испытаний (схема Бернулли).	ОПК-1
5) Свойства функции распределения и плотности вероятности.	ОПК-1
6) Распределения Гаусса, Пирсона, Фишера, Стьюдента.	ОПК-1
7) Математическое ожидание случайной величины: дискретные и непрерывные распределения.	ОПК-1
8) Свойства дисперсии и взаимного корреляционного момента.	ОПК-1
9) Корреляционная матрица.	ОПК-1
10) Свойства характеристической функции случайной величины и случайного вектора.	ОПК-1
11) Закон больших чисел: теоремы Маркова, Чебышева, Бернулли, Колмогорова.	ОПК-1
12) Центральная предельная теорема: теоремы Линдеберга-Леви и Линдеберга-Феллера.	ОПК-1
13) Основные понятия математической статистики: вариационный и статистический ряды, гистограмма.	ОПК-1
14) Точечные и интервальные оценки статистических параметров. Критерии качества оценок.	ОПК-1
15) Методы моментов и максимального правдоподобия получения оценок.	ОПК-1
16) Приближенный метод построения доверительного интервала для оценки математического ожидания.	ОПК-1
17) Регрессионный анализ. Метод наименьших квадратов.	ОПК-1
18) Критерии согласия. Критерий Колмогорова, хи-квадрат критерий.	ОПК-1
19) Основные понятия теории случайных функций. Конечномерные распределения.	ОПК-1
20) Пуассоновский и винеровский случайные процессы.	ОПК-1
21) Элементы корреляционной теории: средне-квадратичная производная случайного процесса, стационарные в широком смысле процессы. Достаточные условия эргодичности процесса относительно математического ожидания.	ОПК-1
22) Уравнение Колмогорова-Чепмена в теории Марковских процессов.	ОПК-1

5.2.2 Теоретические вопросы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины:

Типовые задания для оценки сформированности компетенции ОПК-1:

Задача 1

Система состоит из N одинаковых невзаимодействующих вырожденных двухуровневых частиц, т.е. каждая из частиц может с равной вероятностью находиться в одном из двух состояний, различающихся некоторым параметром p_i , который может принимать значения ± 1 . Для произвольной выборки из M частиц определить среднее значение и дисперсию суммы:

$$\sum_{i=1}^M p_i.$$

Задача 2

N молекул идеального газа находятся в сосуде объемом V . Каждая молекула с равной вероятностью может находиться в любой точке сосуда. Определить вероятность того, что в каждую из выделенных частей сосуда с объемами V_1, V_2, \dots, V_k попадет соответственно n_1, n_2, \dots, n_k молекул. Считать, что выделенные части сосуда не перекрываются и не заполняют всего сосуда.

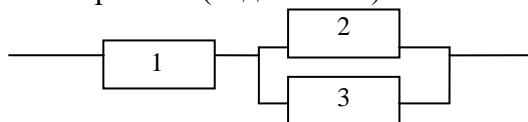
Задача 3

Определить распределение вероятностей по скоростям \bar{u} относительного движения молекул идеального газа, считая, что одночастичное распределение по скоростям максвелловское:

$$dP = (2\pi T/m)^{-3/2} \exp\left(-m \bar{v}^2 / 2T\right) d^3 \bar{v}, \quad \bar{u} = \bar{v}_1 - \bar{v}_2.$$

Задача 4

Вероятность безотказной работы (надежность) i -го элемента электрической цепи, схема которой представлена на рисунке, равна p_i : $p_1 = 0.8$, $p_2 = 0.7$, $p_3 = 0.6$. Найти вероятность безотказной работы (надежность) схемы.



Задача 5

Вероятность того, что при трех независимых экспериментах будет достигнуто необходимое значение определенного параметра хотя бы один раз, равна 0,992. Найти математическое ожидание и дисперсию числа «успешных» экспериментов, если всего их будет проведено 20.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) основная литература:

- 1) В.П. Чистяков. Курс теории вероятностей. М.: Наука, 1982. -255 с. -43 экз.
- 2) Б.В. Гнеденко. Курс теории вероятностей. М.: Наука, 1988. -466 с. -36 экз.
- 3) Емельянов, Г.В. Задачник по теории вероятностей и математической статистике. [Электронный ресурс] / Г.В. Емельянов, В.П. Скитович. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2007. — 336 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/141>

б) дополнительная литература:

- 1) А.Н. Ширяев. Вероятность. М.: Наука, 1980. -575 с. -28 экз.
- 2) Сборник задач по теории вероятностей, математической статистике и теории случайных функций: [для втузов]/Володин Б. Г., Свешников А. А., Ганин М. П., Ди-нер И. Я. - М.: Наука, 1965. - 632 с. —32 экз.
- 3) Буре, В.М. Теория вероятностей и математическая статистика. [Электронный ре-сурс] / В.М. Буре, Е.М. Парилина. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2013. — 416 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/10249>

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины)

- 1) Учебно-образовательная физико-математическая библиотека EqWorld
<http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mathematics/probability.htm>
- 2) Яковлев В. П. Теория вероятностей и математическая статистика Дашков и К, 2012. -184 с. — Режим доступа: ЭБС «Консультант студента»
<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785394016363.html>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения: для проведения лекций и практических занятий требуется типовое оборудование лекционной аудитории.

Для подготовки самостоятельных контрольных работ и для их графического представления (если это необходимо), а также для расширения коммуникационных возможностей студенты имеют возможность работать в компьютерных классах с соответствующим лицензионным программным обеспечением и выходом в Интернет.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО /ОС ННГУ по направлению 03.03.02 - Физика.

Автор(ы): В.А. Зорин

Заведующий кафедрой:

Программа одобрена на заседании методической комиссии
ВШОПФ от 30.06.2021, протокол № 3.