

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

Высшая школа общей и прикладной физики

УТВЕРЖДЕНО
решением ученого совета ННГУ

протокол от
« » 20__ г.

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

2021 год

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.06.07, Теория вероятностей и математическая статистика относится к обязательной части ОПОП 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;	ОПК-1.1: Знания: ОПК-1.2: Умения: ОПК-1.3: Навыки:	ОПК-1.1: 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. ОПК-1.2: 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.). ОПК-1.3: 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

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
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 ошибок.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных 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 несущественными 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 оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных 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)

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

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

Типовые задачи для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины:

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.

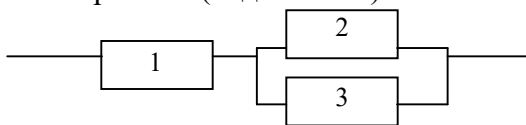
Задача 3

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., Динер И. Я. - М.: Наука, 1965. - 632 с. —32 экз.
- 3) Буре, В.М. Теория вероятностей и математическая статистика. [Электронный ресурс] / 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 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.