

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

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 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

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.06.07 Теория вероятностей и математическая статистика относится к обязательной части образовательной программы.

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	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ОПК-1: Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности	ОПК-1.1: Демонстрация способности применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности	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. Уметь применять полученные теоретические знания для решения основных задач теории вероятностей (комбинаторные задачи классической схемы, задачи на геометрические вероятности, пре-образования случайных величин, вычисление статистических параметров случайных величин и т.д.). Владеть навыками решения задач, основанных на полученных в ходе освоения дисциплины знаниях.	Задачи	Зачёт с оценкой: Задачи Контрольные вопросы

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	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 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 (практические занятия/лабораторные работы), часы	Всего	
	Ф	Ф	Ф	Ф	Ф
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	65	43

Содержание разделов и тем дисциплины

Тема 1. Аксиоматика Колмогорова
Тема 2. Основные вероятностные схемы
Тема 3. Свойства вероятности. Условная вероятность.
Тема 4. Случайные величины
Тема 5. Случайные векторы. Условные законы распределения.
Тема 6. Математическое ожидание
Тема 7. Моментные характеристики
Тема 8. Характеристические функции
Тема 9. Предельные теоремы теории вероятностей (закон больших чисел, центральная предельная теорема)
Тема 10. Основные понятия математической статистики
Тема 11. Оценивание статистических параметров
Тема 12. Проверка статистических гипотез
Тема 13. Введение в теорию случайных функций
Тема 14. Элементы случайного анализа

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

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 вузов]/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>

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) 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

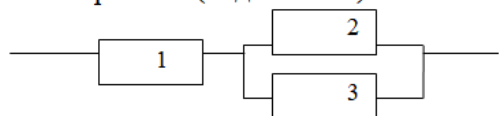
N молекул идеального газа находятся в сосуде объемом V . Каждая молекула с равной вероятностью может находиться в любой точке сосуда. Определить вероятность того, что в каждую из выделенных частей сосуда с объемами V_1, V_2, \dots, V_k попадет соответственно n_1, n_2, \dots, n_k молекул. Считать, что 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:
 $dP = (2\pi T/m)^{-3/2} \exp(-m \bar{v}^2 / 2T) d^3\bar{v}, \quad \bar{u} = \bar{v}_1 - \bar{v}_2.$

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.

Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи.

Оценка	Критерии оценивания
	Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов. Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.
отлично	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок. Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме. Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.
очень хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.
хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.
удовлетворительно	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибки. Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания но не в полном объеме. Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами.
неудовлетворительно	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.
плохо	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа. Отсутствие минимальных умений . Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа. Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа.

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения 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. Ошибок нет.	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 и 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 базовых навыков. 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	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

Шкала оценивания 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».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «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».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) 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.

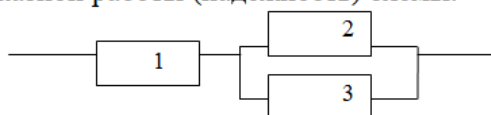
Задача 3

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

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

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.

Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов. Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.
отлично	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок. Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме. Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.
очень хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.
хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.
удовлетворительно	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибки. Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания но не в полном объеме. Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами.
неудовлетворительно	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые

Оценка	Критерии оценивания
	ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.
плохо	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа. Отсутствие минимальных умений . Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа. Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа.

5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ОПК-1

- 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.

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов. Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.
отлично	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок. Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме. Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.
очень хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.
хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.
удовлетворительно	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибки. Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания но не в полном объеме. Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами.

Оценка	Критерии оценивания
неудовлетворительно	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.
плохо	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа. Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа. Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа.

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

Основная литература:

1. Чистяков Владимир Павлович. Курс теории вероятностей : учебник для вузов. - 4-е изд. - М. : Агар, 1996. - 256 с. - 19500.00., 1 экз.
2. Гнеденко Борис Владимирович. Курс теории вероятностей : [учебник]. - 7-е изд., испр. - М. : Эдиториал УРСС, 2001. - 320 с. - ISBN 5-8360-0400-5 : 166.80., 1 экз.
3. Емельянов Георгий Владимирович. Задачник по теории вероятностей и математической статистике : [для ун-тов] / ЛГУ им. А. А. Жданова. - Л. : Изд-во Ленингр. ун-та, 1967. - 331 с. : с черт. - 0.73., 7 экз.

Дополнительная литература:

1. Ширяев Альберт Николаевич. Вероятность : [учеб. пособие для вузов по специальностям "Математика", "Приклад. математика", "Физика"]. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Наука, 1989. - 640 с. : ил. - ISBN 5-02-013955-6 (в пер.) : 1.70., 86 экз.
2. Буре В. М. Теория вероятностей и математическая статистика / Буре В. М., Парилина Е. М. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 416 с. - Допущено УМО по классическому университетскому образованию в качестве учебника для студентов вузов, обучающихся по направлениям ВПО 010400 — «Прикладная математика и информатика» и 010300 — «Фундаментальная информатика и информационные технологии». - Книга из коллекции Лань - Математика. - ISBN 978-5-8114-1508-3., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=799898&idb=0>.

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)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами, специализированным оборудованием: Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами, специализированным оборудованием: 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.

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 подготовки 03.03.02 - Физика.

Автор(ы): Маринин Андрей Иванович.

Заведующий кафедрой: Викторов Михаил Евгеньевич, кандидат физико-математических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 07.02.2024, протокол № 4.