Министерство просвещения Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Ульяновский государственный педагогический университет
имени И.Н. Ульянова»
(ФГБОУ ВО «УлГПУ им. И.Н. Ульянова»)

Факультет физико-математического и технологического образования
Кафедра высшей математики

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методической работе
_____ С.Н. Титов
«24» июня 2022 г.

ОСНОВЫ ТЕОРИИ ВЕРОЯТНОСТЕЙ

Программа учебной дисциплины
Модуля специальных разделов предметной области

основной профессиональной образовательной программы высшего образования – программы бакалавриата по направлению подготовки
44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки),

направленность (профиль) образовательной программы
Информатика. Технология

(очная форма обучения)

Составитель: Макеева О.В., к.ф.-м.н.,
доцент кафедры высшей математики

Рассмотрено и одобрено на заседании ученого совета факультета физико-математического и технологического образования, протокол от «25» марта 2022 г. №5

Ульяновск, 2022

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 01D77C644FC1E54000000006381D0002
Владелец: Титов Сергей Николаевич
Действителен: с 19.07.2021 до 19.07.2022

Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Основы теории вероятностей» является дисциплиной по выбору и относится к Модулю специальных разделов предметной области Части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1. Дисциплины (модули) учебного плана основной профессиональной образовательной программы высшего образования – программы бакалавриата по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки), направленность (профиль) образовательной программы «Информатика. Технология», очной формы обучения.

Процесс освоения дисциплины базируется на знаниях, умениях и навыках, приобретенных при изучении учебных предметов общеобразовательной школы: алгебра, в том числе основы теории вероятностей и математической статистики; геометрия; начала математического анализа.

Результаты освоения дисциплины необходимы при изучении дисциплин «Математические основы информатики» Предметно-методического модуля по профилю "Информатика" и «Методы математической обработки данных» Модуля учебно-исследовательской и проектной деятельности Обязательной части Блока 1.Дисциплины (модули); необходимы для прохождения практики Научно-исследовательская работа Модуля учебно-исследовательская и проектная деятельность Обязательной части Блока 2. Практики; для Выполнения и защиты выпускной квалификационной работы Блока 3. Государственная итоговая аттестация.

1. Перечень планируемых результатов обучения (образовательных результатов) по дисциплине

Целью освоения дисциплины является подготовка бакалавра к профессиональной деятельности педагога образовательной организации. Дисциплина предназначена дать будущим учителям профессиональную (теоретическую и практическую) подготовку в области математического моделирования в профессиональной деятельности.

Задачей освоения дисциплины является формирование целостного представления о стохастической природе окружающего мира, изучение специфических закономерностей случайных явлений, овладение вероятностно-статистическими методами обработки информации; формирование и развитие компетенций будущего учителя информатики в теории и практике моделирования стохастических явлений, возникающих в различных областях естествознания.

В результате освоения программы бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине (в таблице представлено соотнесение образовательных результатов обучения по дисциплине с индикаторами достижения компетенций):

Компетенция и индикаторы ее достижения в дисциплине	Образовательные результаты дисциплины (этапы формирования дисциплины)		
	знает	умеет	владеет
ПК-1 Способен осваивать и использовать теоретические знания и практические умения и навыки в предметной области при решении профессиональных задач. ПК-1.1 Знает структуру, состав и дидактические единицы предметной области (преподаваемого предмета). ПК-1.2. Умеет осуществлять отбор учебного содержания для его реализации в различных формах обучения в соответствии с требованиями ФГОС ОО.	ОР-1. Знает конструкции вероятностных методов решения исследовательских задач. ОР-3. Знает о прикладном характере вероятностных моделей и возможностях их использования.	ОР-2. Умеет использовать конструкции вероятностных методов решения исследовательских задач. ОР-4. Умеет использовать возможности стохастического моделирования в исследовательской деятельности.	

2. **Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Номер семестра	Всего		Учебные занятия					Форма промежуточной аттестации
	Трудоемк.		Лекции, час	Практические занятия, час	В том числе практическая подготовка, час	Лабораторные занятия, час	Самостоятельная работа, час	
	Зач. ед.	Часы						
1	2	72	10	20	-	-	40	зачет
Итого:	2	72	10	20	-	-	40	зачет

3. **Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

3.1.Указание тем (разделов) и отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

№ п/п	Наименование раздела и тем	Количество часов по формам организации обучения			
		Лекционные занятия	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1 семестр					
1.	Случайные события	6	10	-	20
2.	Случайные величины	6	10	-	20
	Итого	**12**	**20**	**-**	**40**

3.2.Краткое описание содержания тем (разделов) дисциплины

Раздел 1. Случайные события.

Тема 1. Основные понятия теории вероятностей.

Испытание и событие. Множество элементарных исходов эксперимента (возможности его визуализации). Классификация событий. Классическое, геометрическое, статистическое определение вероятности.

Пространство элементарных событий. Алгебра событий. Аксиоматическое определение вероятности. Вероятностное пространство. Свойства вероятностной меры.

Тема 2. Вероятности сложных событий.

Совместные и несовместные события. Независимые и зависимые события. Полная группа событий. Противоположные события. Понятие условной вероятности.

Теоремы сложения вероятностей (для совместных и несовместных событий), теоремы умножения вероятностей (для зависимых и независимых событий). Формула полной вероятности. Формулы Байеса.

Тема 3. Повторные независимые испытания.

Схема независимых испытаний с двумя исходами (схема Бернулли). Формула Бернулли. Наиболее вероятное число «успехов».

Предельные теоремы схемы Бернулли: теорема Пуассона, локальная и интегральная теоремы Муавра-Лапласа.

Раздел 2. Случайные величины.

Тема 4. Дискретные случайные величины.

Определение случайной величины. Закон распределения и функция распределения дискретной случайной величины. Числовые характеристики дискретных случайных величин: математическое ожидание, дисперсия, среднее кваратическое отклонение, начальные и центральные моменты k–го порядка, мода.

Примеры законов распределения дискретных случайных величин: биномиальное распределение, геометрическое распределение, гипергеометрическое распределение, закон распределения Пуассона; их числовые характеристики.

Тема 5. Непрерывные случайные величины.

Непрерывные случайные величины. Функция распределения и плотность вероятности непрерывной случайной величины. Вероятность попадания случайной точки в промежуток. Числовые характеристики непрерывных случайных величин: математическое ожидание, дисперсия, среднее квадратическое отклонение, начальные и центральные моменты k–го порядка; мода, медиана, асимметрия, эксцесс.

Примеры законов распределений непрерывных случайных величин: равномерное распределение, показательное распределение, нормальное распределение; их числовые характеристики. Правило трех сигм нормального распределения.

Тема 6. Закон больших чисел.

Понятие о законе больших чисел в узком и широком смысле. Практическое значение закона больших чисел. Понятие о центральной предельной теореме. Теорема Ляпунова.

Неравенство Маркова. Лемма, неравенство и теорема Чебышева. Теорема Бернулли. Теорема Пуассона.

4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Самостоятельная работа студентов является особой формой организации учебного процесса, представляющая собой планируемую, познавательно, организационно и

методически направляемую деятельность студентов, ориентированную на достижение конкретного результата, осуществляемую без прямой помощи преподавателя. Самостоятельная работа студентов является составной частью учебной работы и имеет целью закрепление и углубление полученных знаний и навыков, поиск и приобретение новых знаний, а также выполнение учебных заданий, подготовку к предстоящим занятиям и экзамену. Она предусматривает, как правило, разработку рефератов, написание докладов, выполнение творческих, индивидуальных заданий в соответствии с учебной программой (тематическим планом изучения дисциплины). Тема для такого выступления может быть предложена преподавателем или избрана самим студентом, но материал выступления не должен дублировать лекционный материал. Реферативный материал служит дополнительной информацией для работы на практических занятиях. Основная цель данного вида работы состоит в обучении студентов методам самостоятельной работы с учебным материалом. Для полноты усвоения тем, вынесенных в практические занятия, требуется работа с первоисточниками. Курс предусматривает самостоятельную работу студентов со специальной литературой. Следует отметить, что самостоятельная работа студентов результативна лишь тогда, когда она выполняется систематически, планомерно и целенаправленно.

Задания для самостоятельной работы предусматривают использование необходимых терминов и понятий по проблематике курса. Они нацеливают на практическую работу по применению изучаемого материала, поиск библиографического материала и электронных источников информации, иллюстративных материалов. Задания по самостоятельной работе даются по темам, которые требуют дополнительной проработки.

Общий объем самостоятельной работы студентов по дисциплине включает аудиторную и внеаудиторную самостоятельную работу студентов в течение семестра.

Аудиторная самостоятельная работа осуществляется в форме выполнения проверочных и лабораторных работ по дисциплине. Аудиторная самостоятельная работа обеспечена базой тестовых материалов по разделам дисциплины.

Внеаудиторная самостоятельная работа осуществляется в форме подготовки к устным выступлениям (комментирование решения задач домашних заданий, итоговой контрольной работы, творческого задания; доклады по темам индивидуальных и групповых проектов, рефератов).

ОС-3 Итоговая контрольная работа / Реферат

Примерное содержание итоговой контрольной работы

1. Сколько можно составить шестизначных телефонных номеров, у которых на первых двух местах стоит цифра 6, а на остальных – любая из цифр 0,1,…,9?
2. Из букв разрезной азбуки составили слово «математика». Найдите вероятность того, что извлеченные наугад 3 буквы образуют в порядке выбора слово «том».
3. Найдите вероятность того, что точка, брошенная наугад в эллипс $\frac{x^2}{4}+\frac{y^2}{9}\le 1$, попадет в круг $x^2+y^2\le 4$.
4. Имеется колода из 52 игральных карт. Из колоды наудачу вынимают 4 карты. Какова вероятность, что среди них будет хотя бы две дамы?
5. 70% деталей, поступающих на сборку, изготовлены станком, дающим 2% брака, а 30% - автоматом, дающим 5% брака; наудачу взятая деталь оказалась бракованной. Какова вероятность того, что она изготовлена первым автоматом?
6. Монету бросают пять раз. Найдите вероятность того, что герб выпадет не менее четырех раз.
7. Найдите вероятность того, что событие *A* наступит 1400 раз в 2400 испытаниях, если вероятность появления этого события в каждом испытании равна 0,6.

8. Вероятность рождения мальчика 0,515. Чему равна вероятность того, что среди 60 новорожденных менее 50 мальчиков?
9. Найдите математическое ожидание, дисперсию случайной величины X – числа выпадений количества очков, кратного трём, в сумме на двух костях, если кости были брошены 4 раза.
10. Составьте закон распределения случайного числа отказавших элементов устройства, состоящего из трёх независимо работающих элементов, вероятность отказа каждого из которых в одном опыте равна 0,1. Найдите функцию распределения, математическое ожидание и дисперсию случайной величины.
11. Абсолютно непрерывная случайная величина задана функцией распределения:

$$F(x) = \begin{cases} 0 & при \quad x \le -1; \\ -0{,}25(x^2 - 2x + c) & при \quad -1 < x \le 1; \\ 1 & при \quad x > 1. \end{cases}$$

Найдите значение параметра c, плотность вероятности и математическое ожидание случайной величины.

12. Случайная величина распределена равномерно на отрезке [1;4]. Найдите функцию распределения и постройте её график.

Примерный перечень тем рефератов

1. Вероятностные модели в страховании.
2. Задачи и методы дисперсионного анализа.
3. Информация и энтропия.
4. Линейные регрессионные модели финансового рынка.
5. Мартингалы и их применение.
6. Нелинейная регрессия.
7. Производящие и характеристические функции и их применение.
8. Процессы гибели и размножения.
9. Теоремы о случайных блужданиях на решетке.
10. Цепи Маркова и их применения.

5. Примерные оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Организация и проведение аттестации студента

В процессе оценки бакалавров необходимо используются как традиционные, так и инновационные типы, виды и формы контроля. При этом постепенно традиционные средства совершенствуются в русле компетентностного подхода.

Цель проведения аттестации – проверка освоения образовательной программы дисциплины через сформированность образовательных результатов.

Промежуточная аттестация осуществляется в конце семестра и завершает изучение дисциплины; помогает оценить крупные совокупности знаний и умений, формирование определенных компетенций.

Оценочными средствами текущего оценивания являются: материалы самостоятельных работ, итоговой контрольной работы / реферата. Контроль усвоения материала ведется регулярно в течение всего семестра на лабораторных занятиях.

№ п/п	**СРЕДСТВА ОЦЕНИВАНИЯ,** используемые для текущего оценивания показателя формирования компетенции	Образовательные результаты дисциплины
1.	**Оценочные средства для текущей аттестации** ОС-1 Контрольная работа ОС-2 Индивидуальное / групповое задание С-3 Итоговая контрольная работа / Реферат	ОР-1. Знает конструкции вероятностных методов решения исследовательских задач. ОР-2. Умеет использовать конструкции вероятностных методов решения исследовательских задач. ОР-3. Знает о прикладном характере вероятностных моделей и возможностях их использования. ОР-4. Умеет использовать возможности стохастического моделирования в исследовательской деятельности.
2.	**Оценочные средства для промежуточной аттестации** ОС-4 Зачет в форме устного собеседования	

Материалы, используемые для текущего контроля успеваемости обучающихся по дисциплине

ОС-1 Контрольная работа

1. В ящике содержится 10 деталей, из которых 4 окрашены. Сборщик наудачу взял 3 детали. Найдите вероятность того, что хотя бы одна из взятых деталей окрашена.
2. Устройство состоит из трех независимо работающих элементов. Вероятность безотказной работы в течение часа первого элемента равна 0,95, второго – 0,98, третьего – 0,9. Найдите вероятность того, что в течение часа будет работать хотя бы один элемент.
3. В первой урне 5 белых и 10 черных шаров, во второй – 3 белых и 7 черных шаров. Из второй урны в первую переложили один шар, а затем из первой урны вынули наугад один шар. Определите вероятность того, что вынутый шар – белый.
4. Для данного участника игры вероятность набросить кольцо на колышек равна 0,3. Какова вероятность того, что при шести бросках 3 кольца окажутся на колышке, если броски считать независимыми? Каково наиболее вероятное число попаданий кольца на колышек при восьми бросаниях?
5. Всхожесть семян данного растения равна 0,9. Найдите вероятность того, что из 900 посаженных семян число проросших будет заключено между 790 и 830.
6. См. задачу 5. Какова вероятность того, что частота проросших семян отклонится по абсолютной величине от вероятности прорастания не больше, чем на 0,01?
7. В торговом центре два одинаковых автомата продают кофе. Вероятность того, что к концу дня в автомате закончится кофе, равна 0,3. Вероятность того, что кофе закончится в обоих автоматах, равна 0,12. Найдите вероятность того, что к концу дня кофе останется в обоих автоматах. *(задача из открытого банка заданий ЕГЭ*)

ОС-2 Индивидуальное / групповое задание

1. По одному и тому же маршруту совершают полет три самолета. Для каждого самолета вероятность прибыть в аэропорт по расписанию равна 0,8. Составьте ряд

распределения числа самолетов, прибывших в аэропорт по расписанию. Найдите $M(X)$, $D(X)$, σ. Постройте многоугольник распределения.

2. Бросается игральная кость до первого выпадения пяти очков. Составить ряд распределения числа бросков. Сколько раз в среднем придется бросать игральную кость?

3. Задана интегральная функция распределения *F(x)* случайной величины *X*. Требуется: 1) найти дифференциальную функцию *f(x),* 2) найти математическое ожидание $M(X)$, дисперсию $D(X)$ и среднее квадратическое отклонение $\sigma(X)$, 3) построить графики интегральной и дифференциальной функций:

$$F(x)=\begin{cases}0 \quad при \quad x\le 0\\ x/2 \quad при \quad 0<x\le 2\\ 1 \quad при \quad x>2\end{cases}.$$

4. Дана дифференциальная функция *f(x)* случайной величины *X*. Требуется: 1) найти $M(X)$, $D(X)$ и $\sigma(X)$, 2) найти интегральную функцию *F(x)*, 3) построить графики функций *f(x)* и *F(x)*.

$$f(x)=\begin{cases}0 \quad при \quad x\notin(0;\pi]\\ \frac{1}{2}\sin x \quad при \quad x\in(0;\pi]\end{cases}.$$

5. Автобусы некоторого маршрута идут строго по расписанию. Интервал движения 5 минут. Найдите вероятность того, что пассажир, подошедший к остановке, будет ожидать автобус менее 2 минут.

6. Измерение дальности до объекта сопровождается систематическими и случайными ошибками. Систематическая ошибка равна 50 м в сторону занижения дальности. Случайные ошибки подчиняются нормальному закону со средним квадратическим отклонением 100 м. Найти: 1) вероятность измерения дальности с ошибкой, не превосходящей по абсолютной величине 150 м; 2) вероятность того, что измеренная дальность не превзойдет истинной.

7. Дискретная случайная величина X задана законом распределения:

X	0,1	0,4	0,6
p	0,2	0,3	0,5

Пользуясь неравенством Чебышева, оцените вероятность неравенства $|X-M(X)|<\sqrt{0{,}4}$.

8. На поле площадью в 1000 га берется на выборку по 1 м^2 с каждого га и подсчитывается урожайность. Оцените вероятность того, что средняя выборочная урожайность будет отличаться от средней урожайности по всей площади не более чем на 0,2 ц, если дисперсия на каждый га не превышает 2.

9. Вероятность наличия зазубрин на металлических брусках, заготовленных для обтачки, равна 0,2. Оцените вероятность того, что в партии из 1000 брусков отклонение числа пригодных брусков от 800 не превышает 5%.

Материалы, используемые для промежуточного контроля успеваемости обучающихся по дисциплине

ОС-4 Зачет в форме устного собеседования

Программа зачета

Раздел 1. Случайные события

1. Классификация событий. Полная группа событий. Противоположные события.
2. Классическое, геометрическое и статическое определение вероятности.
3. Пространство элементарных событий. Аксиомы теории вероятностей. Свойства вероятности.
4. Совместные и несовместные события. Сумма событий. Теоремы сложения вероятностей.
5. Зависимые и независимые события. Произведение событий. Условная вероятность. Теоремы умножения вероятностей. Вероятность появления хотя бы одного из независимых событий.
6. Формула полной вероятности. Формулы Байеса.
7. Схема независимых повторных испытаний. Формула Бернулли. Предельная формула Пуассона.
8. Наиболее вероятное число успехов. Среднее число успехов.
9. Локальная предельная теорема Муавра-Лапласа. Свойства и график функции Гаусса.
10. Интегральная предельная теорема Муавра-Лапласа. Свойства функции Лапласа.

Раздел 2. Случайные величины

11. Определение случайной величины. Закон распределения вероятностей.
12. Примеры дискретных распределений случайной величины (биномиальное, распределение Пуассона, геометрическое, гипергеометрическое).
13. Функция распределения и её свойства. Функция распределения дискретной случайной величины.
14. Непрерывные случайные величины. Плотность вероятности и её свойства.
15. Связь интегральной и дифференциальной функций распределения случайной величины.
16. Примеры непрерывных распределений (равномерное, показательное, нормальное).
17. Математическое ожидание случайной величины и его свойства. Вычисление математического ожидания дискретных и непрерывных случайных величин.
18. Дисперсия случайной величины и её свойства. Среднее квадратичное отклонение. Вычисление дисперсии дискретных и непрерывных случайных величин.
19. Мода и медиана, начальные и центральные моменты, асимметрия, эксцесс случайных величин.
20. Закон больших чисел. Неравенство Маркова. Лемма, неравенство и теорема Чебышёва. Теоремы Бернулли и Пуассона.
21. Сходимость по вероятности. Центральная предельная теорема Ляпунова и её следствие.

В конце изучения дисциплины подводятся итоги работы студентов на лекционных и практических занятиях путем суммирования баллов, набранных в течение семестра.

Критерии оценивания знаний обучающихся по дисциплине

Формирование балльно-рейтинговой оценки работы обучающихся

Посещение лекций	Посещение практических занятий	Работа на практических занятиях	Экзамен	Итоговая сумма баллов
$1 \times 6 = 6$	$1 \times 10 = 10$	152	32	200

Критерии оценивания работы обучающегося по итогам семестра

Результат	Баллы (2 ЗЕ)
«зачтено»	101-200 баллов
«не зачтено»	0-100 баллов

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Успешное изучение курса требует от обучающихся посещения лекций, активной работы на практических занятиях, выполнения всех учебных заданий преподавателя, ознакомления с основной и дополнительной литературой.

Запись **лекции** – одна из форм активной самостоятельной работы обучающихся, требующая навыков и умения кратко, схематично, последовательно и логично фиксировать основные положения, выводы, обобщения, формулировки. В конце лекции преподаватель оставляет время (5 минут) для того, чтобы обучающиеся имели возможность задать уточняющие вопросы по изучаемому материалу. Из-за недостаточного количества аудиторных часов некоторые темы не удается осветить в полном объеме, поэтому преподаватель, по своему усмотрению, некоторые вопросы выносит на самостоятельную работу студентов, рекомендуя ту или иную литературу. Кроме этого, для лучшего освоения материала и систематизации знаний по дисциплине, необходимо постоянно разбирать материалы лекций по конспектам и учебным пособиям. В случае необходимости обращаться к преподавателю за консультацией.

Подготовка к практическим занятиям.

При подготовке к практическим занятиям студент должен изучить теоретический материал по теме занятия (использовать конспект лекций, изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, при необходимости дополнить конспект, делая в нем соответствующие записи из литературных источников). В случае затруднений, возникающих при освоении теоретического материала, студенту следует обращаться за консультацией к преподавателю. Идя на консультацию, необходимо хорошо продумать вопросы, которые требуют разъяснения.

В начале практического занятия преподаватель знакомит студентов с темой, оглашает план проведения занятия, выдает задания. В течение отведенного времени на выполнение работы студент может обратиться к преподавателю за консультацией или разъяснениями. В конце занятия проводится прием выполненных заданий, собеседование со студентом.

Результаты выполнения практических зданий оцениваются в баллах, в соответствии с балльно-рейтинговой системой университета.

Планы практических занятий

Занятие 1-2. Определение вероятности случайного события

Материал для освоения

1. Вероятность случайного события как мера возможности его наступления. Различные подходы к определению вероятности случайного события.
2. Схема конечного числа равновозможных исходов.
3. Схема бесконечного числа равновозможных исходов.
4. Статистический подход к определению вероятности.

Занятие 3-4. Вероятности сложных событий

Материал для освоения

1. Операции над событиями.
2. Условная вероятность события.
3. Теоремы сложения вероятностей.
4. Теоремы умножения вероятностей.
5. Формула полной вероятности.
6. Формула Байеса.

Занятие 5. Повторные независимые испытания с двумя исходами

Материал для освоения

1. Схема Бернулли.
2. Формула Бернулли.
3. Формула Пуассона.
4. Локальная теорема Муавра-Лапласа.
5. Интегральная теорема Муавра-Лапласа.

Занятие 6-7. Дискретные случайные величины.

Материал для освоения

1. Дискретная случайная величина и закон ее распределения.
2. Многоугольник распределения дискретной случайной величины.
3. Функция распределения дискретной случайной величины и ее график.
4. Числовые характеристики дискретной случайной величины.

Занятие 8-9. Непрерывные случайные величины.

Материал для освоения

1. Непрерывная случайная величина.
2. Функция распределения непрерывной случайной величины.
3. Плотность вероятности непрерывной случайной величины.
4. Числовые характеристики непрерывной случайной величины.

Занятие 10. Закон больших чисел.

Материал для освоения

1. Неравенство Маркова.
2. Неравенство Чебышева.
3. Теорема Чебышева.
4. Теорема Бернулли.
5. Теорема Ляпунова.

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, Интернет-ресурсов, необходимых для освоения дисциплины

Основная литература

1. Березинец, И. В. Практикум по теории вероятностей и математической статистике / И. В. Березинец ; Высшая школа менеджмента СПбГУ. — 9-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Высшая школа менеджмента, 2013 — 163 с. - ISBN 978-5-9924-0088-5. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/492718 – Режим доступа: по подписке.
2. Коган, Е. А.. Теория вероятностей и математическая статистика : учебник / Е. А. Коган, А. А. Юрченко. — Москва : ИНФРА-М, 2020. — 250 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-014235-7. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1052969 – Режим доступа: по подписке.
3. Сапожников, П. Н. Теория вероятностей, математическая статистика в примерах, задачах и тестах : учебное пособие / П. Н. Сапожников, А. А. Макаров, М. В. Радионова. — Москва : КУРС : ИНФРА-М, 2020. — 496 с. - ISBN 978-5-906818-47-8. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1027404 – Режим доступа: по подписке.

Дополнительная литература

1. Бакланова, И. И. Теория вероятности : учебно-методическое пособие : [16+] / И. И. Бакланова, Е. В. Матвеева, Л. А. Медведков ; Поволжский государственный технологический университет. – Йошкар-Ола : Поволжский государственный технологический университет, 2017. – 64 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483692 – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-8158-1801-9. – Текст : электронный.
2. Вентцель Е.С. Теория вероятностей [Электронное издание] / Е.С. Вентцель (И. Грекова). – М.: Наука, 1969. - 564 с. URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=458388&sr=1
3. Вентцель Е.С. Теория вероятностей: задачи и упражнения [электронный ресурс] / Е.С. Вентцель (И. Грекова), Л.А. Овчаров. – М.: Наука, 1969. - 363 с. URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=458387
4. Гутова, С. Г. Теория вероятностей и математическая статистика : учебное пособие : [16+] / С. Г. Гутова, О. А. Алтемерова ; Кемеровский государственный университет. – Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2016. – 216 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=481538 – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-8353-1914-5. – Текст : электронный.

Программные продукты

1. Microsoft Office Word
2. Microsoft Office Excel
3. Microsoft Office Power Point