

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Факультет математики и естественных наук



УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по образовательной деятельности КФУ  
Проф. Д.А. Гаурский

» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

подписано электронно-цифровой подписью

**Программа дисциплины**  
Стохастический анализ Б1.Б.16

Направление подготовки: 02.03.01 - Математика и компьютерные науки

Профиль подготовки: Математическое и компьютерное моделирование

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Созонтова Е.А.

**Рецензент(ы):**

Мионов А.Н.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Анисимова Т. И.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Учебно-методическая комиссия Елабужского института КФУ (Факультет математики и естественных наук):

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Регистрационный No 1016766818

Казань  
2018

## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) старший преподаватель, б/с Созонтова Е.А. Кафедра математики и прикладной информатики Факультет математики и естественных наук , EASozontova@kpfu.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины 'Стохастический анализ' являются: формирование стохастической культуры студента, фундаментальная подготовка в области стохастического анализа, овладение современным математическим аппаратом для дальнейшего использования в приложениях.

### 2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.Б.16 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 02.03.01 Математика и компьютерные науки и относится к базовой (общепрофессиональной) части. Осваивается на 3 курсе, 5, 6 семестры.

Для ее успешного изучения необходимы знания и умения, приобретенные в результате освоения предшествующих дисциплин: математический анализ, действительный анализ, функциональный анализ.

Содержание дисциплины 'Стохастический анализ' может служить фундаментальной основой для выполнения курсовых и выпускных квалификационных работ, формирует фундамент для понимания основных теоретико-вероятностных методов решения задач профессиональной деятельности и является базовым теоретическим и практическим основанием для многих последующих дисциплин подготовки бакалавра 'Математика и компьютерные науки'.

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-1 (профессиональные компетенции)	готовностью использовать фундаментальные знания в области математического анализа, комплексного и функционального анализа, алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений, дискретной математики и математической логики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, численных методов, теоретической механики в будущей профессиональной деятельности
ПК-1 (профессиональные компетенции)	способностью к определению общих форм и закономерностей отдельной предметной области
ПК-2 (профессиональные компетенции)	способностью математически корректно ставить естественнонаучные задачи, знание постановок классических задач математики
ПК-3 (профессиональные компетенции)	способностью строго доказывать утверждение, сформулировать результат, увидеть следствия полученного результата

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

включенные в программу курса определения, утверждения и их доказательства;

2. должен уметь:

применять на практике методы решения задач теории стохастического анализа, в том числе, для решения задач, включенных в методические материалы для тестовых работ по дисциплине 'Стохастический анализ';

3. должен владеть:

навыками работы с литературой по теории случайных процессов и ее применению, электронными библиотеками и сетевыми ресурсами сети Интернет (по тематике курса 'Стохастический анализ'), с целью использовать данные современных научных исследований для решения научных и профессиональных задач.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

применять результаты освоения дисциплины в профессиональной деятельности.

**4. Структура и содержание дисциплины/ модуля**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных(ые) единиц(ы) 288 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 5 семестре; экзамен в 6 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

**4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю**

**Тематический план дисциплины/модуля**

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Случайные события	5		18	18	0	
2.	Тема 2. Случайные величины.	5		18	18	0	
3.	Тема 3. Системы случайных величин.	6		18	18	0	
4.	Тема 4. Простейшие случайные процессы. Марковские процессы	6		18	18	0	
	Тема . Итоговая форма контроля	5		0	0	0	Зачет
	Тема . Итоговая форма контроля	6		0	0	0	Экзамен
	Итого			72	72	0	

**4.2 Содержание дисциплины**

**Тема 1. Случайные события**

**лекционное занятие (18 часа(ов)):**

Основные понятия и определения теории вероятностей: испытание, эксперимент, случайные, достоверные и невозможные события, совместные и несовместные события, простые и сложные события; предмет теории вероятностей, массовые, однородные случайные события; события, образующие полную группу, противоположные события; мера возможности появления случайного события. Классическое определение вероятности, свойства вероятности. Элементы комбинаторики, комбинации элементов множества и их количество. Статистическое и геометрическое определения вероятности, задача о встрече. Пространство элементарных событий. Аксиоматика Колмогорова. Алгебра событий: сумма событий, умножение событий. Теорема о сложении вероятностей несовместных событий, сумма вероятностей событий, образующих полную группу, сумма вероятностей противоположных событий. Условная вероятность, теорема об умножении вероятностей случайных событий. Независимые события. Теорема об умножении вероятностей независимых событий. Теорема о сложении совместных событий. Формула полной вероятности. Формулы Байеса. Формула Бернулли, Теоремы Муавра - Лапласа. Формула Пуассона. Геометрическая формула. Повторные испытания: формула Бернулли, формула Пуассона, локальная теорема Лапласа, интегральная теорема Муавра - Лапласа, функция Лапласа и ее свойства. Вероятность отклонения относительной частоты события от его постоянной вероятности.

**практическое занятие (18 часа(ов)):**

Классическое определение вероятности. Геометрическое определение вероятности. Применение комбинаторики к подсчету вероятностей. Теоремы сложения и умножения вероятностей. Следствия теорем сложения и умножения вероятностей. Формула Бернулли. Приближенные формулы подсчета вероятностей.

**Тема 2. Случайные величины.**

**лекционное занятие (18 часа(ов)):**

Случайные величины: понятие случайной величины, дискретная случайная величина и ее закон распределения, способы задания закона распределения, гипергеометрическое распределение, биномиальное распределение, распределение Пуассона и геометрическое распределение. Функция распределения вероятностей случайной величины и ее свойства. Плотность распределения непрерывной случайной величины и ее свойства. Равномерное распределение, нормальное распределение, распределение Коши, гамма распределение, экспоненциальное распределение, "Хи"квадрат распределение, распределение Стьюдента, распределение Фишера - Снедекора и их свойства. Характеристическая функция случайной величины. Производящие свойства характеристической функции. Числовые характеристики случайных величин: математическое ожидание и его свойства, дисперсия случайной величины и ее свойства, среднее квадратическое отклонение и его свойства, условные, начальные и центральные моменты  $k$ -го порядка, семиинварианты, мода, медиана и квантили случайной величины, и их свойства. Закон больших чисел: неравенство Чебышева, теорема Чебышева, теорема Бернулли. Основная предельная теорема.

**практическое занятие (18 часа(ов)):**

Составление закона распределения дискретной случайной величины. Вычисление числовых характеристик дискретной случайной величины. Составление закона распределения непрерывной случайной величины. Вычисление числовых характеристик непрерывной случайной величины. Основные законы распределения случайных величин. Нормальное распределение и его числовые характеристики.

**Тема 3. Системы случайных величин.**

**лекционное занятие (18 часа(ов)):**

Закон распределения систем случайных величин. Функция и плотность распределения двумерной случайной величины. Условные законы распределения. Числовые характеристики систем случайных величин. Корреляционный момент. Коэффициент корреляции. Двумерное нормальное распределение. Регрессия.

**практическое занятие (18 часа(ов)):**

Составление закона распределения двумерной случайной величины. Вычисление числовых характеристик системы случайных величин. Вычисление вероятности попадания случайной точки в полуполосу, прямоугольник. Условные законы распределения составляющих системы непрерывных случайных величин и их числовые характеристики. Зависимость и независимость случайных величин. Составление уравнений линий регрессии.

#### **Тема 4. Простейшие случайные процессы. Марковские процессы**

##### **лекционное занятие (18 часа(ов)):**

Простейшие случайные процессы. Мера в пространстве функций. Конечномерные распределения случайного процесса и их согласованность. Теорема Колмогорова о продолжении меры. Виноровский процесс как пример случайного процесса. Корреляционная теория случайных процессов. Дифференцирование и интегрирование в среднем квадратическом. Стационарные случайные процессы. Спектральное разложение стационарного случайного процесса. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами, правая часть которых является стационарным случайным процессом. Понятие об эмпирической оценке спектральной плотности. Общая теория условных математических ожиданий. Условное математическое ожидание и условная вероятность относительно счётного разбиения. Условное математическое ожидание относительно сигма-алгебры (по Колмогорову). Условное математическое ожидание одной случайной величины при условии, что значение другой случайной величины известно и его выражение через условную плотность распределения. Марковские процессы. Конечные цепи Маркова. Матрица переходных вероятностей. Классификация состояний (в однородном по времени случае). Эргодическая теорема. Центральная предельная теорема для случайных величин, связанных в цепь Маркова. Марковские цепи с произвольным пространством состояний. Сведение динамической системы, на которую влияет обновляющийся (т.е. заменяющийся через определённое время на статистически независимый) случайный процесс. К-цепи Маркова. Марковские процессы с непрерывным временем. Диффузионные Марковские процессы и уравнения для их переходных вероятностей типа уравнения теплопроводности. Переход от динамической системы со случайным возмущением к диффузионному случайному процессу.

##### **практическое занятие (18 часа(ов)):**

Составление матрицы перехода. Нахождение предельных вероятностей. Случайные процессы и их числовые характеристики. Корреляционная функция. Нормированная корреляционная функция. Определение стационарности случайного процесса. Корреляционная функция стационарного случайного процесса. Определение характеристик эргодических стационарных процессов.

### **4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)**

<b>N</b>	<b>Раздел Дисциплины</b>	<b>Семестр</b>	<b>Неделя семестра</b>	<b>Виды самостоятельной работы студентов</b>	<b>Трудоемкость (в часах)</b>	<b>Формы контроля самостоятельной работы</b>
1.	Тема 1. Случайные события	5		Подготовка к контрольной работе.	36	Контрольная работа.
2.	Тема 2. Случайные величины.	5		Подготовка к контрольной работе.	36	Контрольная работа.
3.	Тема 3. Системы случайных величин.	6		Подготовка к контрольной работе.	18	Контрольная работа.
4.	Тема 4. Простейшие случайные процессы. Марковские процессы	6		Подготовка к контрольной работе.	18	Контрольная работа.
	<b>Итого</b>				<b>108</b>	

## 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

В преподавании дисциплины используются следующие образовательные технологии:

Информационные технологии - обучение в электронной образовательной среде с целью расширения доступа к образовательным ресурсам (теоретически к неограниченному объему и скорости доступа), увеличения контактного взаимодействия с преподавателем, построения индивидуальных траекторий подготовки и объективного контроля и мониторинга знаний студентов.

Проблемное обучение - стимулирование студентов к самостоятельному приобретению знаний, необходимых для решения конкретной проблемы.

Контекстное обучение - мотивация студентов к усвоению знаний путем выявления связей между конкретным знанием и его применением.

Междисциплинарное обучение - использование знаний из разных областей, их группировка и концентрация в контексте решаемой задачи.

Опережающая самостоятельная работа - изучение студентами нового материала до его изучения в ходе аудиторных занятий.

## 6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

### Тема 1. Случайные события

Контрольная работа., примерные вопросы:

1. Из букв разрезной азбуки составили слово "статистика". Ребенок перемешал буквы и составил слово из пяти букв. Какова вероятность, что это окажется слово "такса"? 2. На клумбе растет 6 астр и 4 хризантемы. Наудачу сорвали 3 цветка. Какова вероятность того, что все сорванные цветы астры? 3. В урне тысяча лотерейных билетов с номерами от 1 до 1000. Найти вероятность того, что номер наудачу вынутого билета: а) четный; б) нечетный. 4 Три фирмы выполняют один и тот же заказ. Вероятность того, что первая фирма выполнит заказ в срок 0.75, вторая ? 0.8, третья ? 0.9, по отдельности. Определить вероятность того, что: а) одновременно первая и вторая выполнят заказ, а третья не успеет; б) все три одновременно не выполнят заказ в срок. 5. В клетке 30 попугаев: 20 говорящих и 10 неговорящих. Наудачу выбирают 4 попугая. Какова вероятность того, что среди них трое будут говорящими? 6. На экспертизу поступают проекты от трех конкурирующих фирм. Вероятность того что проект первой фирмы пройдет экспертизу с положительной оценкой равна 0.8, второй ? 0.6, третий ? 0.9. Для экспертизы выбрали наудачу только один проект. Он ее прошел с хорошей оценкой. Какова вероятность того, что это был проект первой фирмы? 7. Вероятность того, что терминал при приеме одной купюры сработает неправильно, равна 0,03. Найдите наиболее вероятное число случаев правильной работы терминала, если будет принято 150 купюр. 8. Кинотеатр вмещает 730 зрителей. Найдите вероятность того, что не более трех 3 зрителей родились в один день (например, 1 марта). 9. В квадрат с вершинами в точках (0,0), (0,1), (1,1), (1,0) наудачу брошена точка (x,y). Найдите вероятность того, что координаты этой точки удовлетворяют неравенству  $x < y < 3x$ . 10. Стрелок выстрелил 3 раза по удаляющейся цели. Вероятность попадания в неё в начале стрельбы равна 0,7, а после каждого выстрела уменьшается на 0,05. Найдите вероятность того, что стрелок попадет хотя бы 1 раз.

### Тема 2. Случайные величины.

Контрольная работа., примерные вопросы:

Для освещения зала используют 4 электрические лампочки. Для каждой из них вероятность остаться исправной в течение года равна 0,8. Пусть  $X$  - число перегоревших в течение года лампочек. 1. Найдите таблицу распределения  $X$  и постройте многоугольник распределения. 2. Найдите числовые характеристики этого распределения:  $M(X)$ ,  $D(X)$ , . 3. Найдите функцию распределения  $F(X)$  и постройте ее график. 4. Определите вероятность того, а) что в течение года перегорит не менее 2-х лампочек. б) что в течение года хотя бы одна лампочка перегорит. Непрерывная случайная величина задана функцией распределения  $F(x)$ . Найти: 5. Вероятность попадания случайной величины  $X$  в интервал  $(a;b)$ ; 6. Функцию плотности распределения вероятностей  $f(x)$ ; 7. Математическое ожидание, дисперсию и среднее квадратическое отклонение случайной величины  $X$ . Непрерывная случайная величина задана плотностью распределения  $f(x)$ . Найти: 8. Постоянную  $c$ . 9. Функцию распределения вероятностей  $F(x)$ ; 10 Вероятность попадания случайной величины  $X$  в интервал  $(a;b)$ ;

### Тема 3. Системы случайных величин.

Контрольная работа., примерные вопросы:

Закон распределения системы случайных величин  $(X,Y)$  задан таблицей 1. Найти законы распределения случайных величин  $X$  и  $Y$ ; 2. Вычислить корреляционный момент, коэффициент корреляции; 3. Найти условный закон распределения  $X$  при условии, что  $Y=1$ , и вычислить  $M(X|Y=1)$ ; 4. Вычислить вероятность события  $|X-Y|<2$ ; 5. Найти функцию распределения системы  $X$  и  $Y$ ; 6. Установить, зависимы ли случайные величины  $X$  и  $Y$ . 7. Дважды брошена игральная кость. Пусть  $X$  - число появлений тройки,  $Y$  ? число появлений четной цифры. Найти закон распределения системы  $(X, Y)$ . 8. Из коробки, в которой 5 красных, 2 синих и 4 зелёных карандаша, наудачу извлекли 2 карандаша. Пусть  $X$  ? число красных, а  $Y$  ? число синих карандашей среди извлечённых. Найти закон распределения системы  $(X, Y)$ . Система случайных величин  $(X, Y)$  имеет плотность распределения вероятности 9. Найдите постоянную  $c$ ; 10. Вычислите вероятность  $P(Y-X<0)$ ; 11. Найти безусловные плотности распределения случайных величин  $X$  и  $Y$  -  $f_1(x)$ ,  $f_2(y)$ ; 12. Найти точку рассеивания; 13. Вычислить (коэффициент корреляции) случайных величин  $X$  и  $Y$ ; 14. Установить, зависимы ли случайные величины  $X$  и  $Y$ ; 15. Найти функцию распределения системы  $X$  и  $Y$ . 16. Функция распределения системы непрерывного типа задана в следующем виде а) Найти плотность распределения вероятности ; б) Вычислить вероятность попадания случайной точки  $(X, Y)$  в прямоугольник:  $(0 < X < 1, 0 < Y < 1)$

### Тема 4. Простейшие случайные процессы. Марковские процессы

Контрольная работа., примерные вопросы:

1. Частица, находящаяся на прямой, движется по этой прямой под влиянием случайных толчков. Частица может находиться в точках с целочисленными координатами 1, 2, 3, 4, 5, 6; в точках 1 и 6 находятся отражающие стенки. Каждый толчок перемещает частицу вправо с вероятностью  $p$  и влево с вероятностью  $q$ , если частицы не находятся у стенки. Если же частица находится у стенки, то любой толчок переводит ее на 2 единицы внутрь промежутка  $[1,6]$ . Найти матрицу перехода  $P$ . 2. Задана матрица перехода. Найти матрицу перехода за два шага. 3. Задана матрица перехода. Найти предельные вероятности. 4. Задан случайный процесс функцией со случайными параметрами. Известны числовые характеристики случайных параметров. Построить область возможных траекторий случайного процесса. 5. Задан случайный процесс функцией со случайными параметрами. Известны числовые характеристики случайных параметров. Вычислить математическое ожидание случайного процесса. 6. Задан случайный процесс функцией со случайными параметрами. Известны числовые характеристики случайных параметров. Вычислить дисперсию и среднее квадратическое отклонение. 7. Задан случайный процесс функцией со случайными параметрами. Известны числовые характеристики случайных параметров. Вычислить корреляционную функцию. 8. Выяснить, стационарна ли заданная случайная функция. 9. Найти корреляционную функцию стационарной случайной функции  $X(t)$ , зная ее спектральную плотность. 10. Найти спектральную плотность стационарной случайной функции  $X(t)$ , зная ее корреляционную функцию.

### Итоговая форма контроля

зачет и экзамен (в 6 семестре)

### Итоговая форма контроля

зачет и экзамен (в 5 семестре)



Примерные вопросы к :

Вопросы к зачету:

1. Основные понятия теории вероятностей: Случайные события, элементарные исходы испытания, предмет теории вероятностей, массовые, однородные случайные события. Примеры.
2. Определения вероятности: классическое, статистическое и геометрическое. Примеры.
3. Сумма событий. Совместные и несовместные случайные события. Теорема о сложении вероятностей несовместных событий. Полная группа событий, противоположные события и их вероятности. Примеры.
4. Произведение событий. Условные вероятности. Теорема об умножении вероятностей случайных событий. Примеры.
5. Независимые события. Теорема о произведении вероятностей независимых событий. Примеры.
6. Вероятность появления хотя бы одного события. Примеры.
7. Теорема о сложении вероятностей совместных случайных событий. Примеры.
8. Формула полной вероятности и ее применение к решению задач. Примеры.
9. Вероятности гипотез. Формулы Байеса. Примеры.
10. Повторные испытания. Формула Бернулли. Примеры.
11. Локальная теорема Лапласа. Интегральная теорема Лапласа - Муавра. Примеры.

Вопросы к экзамену:

1. Числовые характеристики биномиального распределения. Примеры.
2. Числовые характеристики распределения Пуассона. Примеры.
3. Числовые характеристики геометрического распределения. Примеры.
4. Числовые характеристики равномерного распределения. Примеры.
5. Числовые характеристики нормального распределения. Кривая Гаусса, влияние параметров на форму кривой. Примеры.
6. Числовые характеристики экспоненциального распределения. Примеры.
7. Моменты  $k$ -го порядка случайной величины: начальные и центральные моменты связь между ними. Примеры.
8. Характеристическая функция случайной величины - как производящая функция моментов. Семиинварианты и их производящая функция. Примеры.
9. Закон распределения систем случайных величин.
10. Числовые характеристики систем случайных величин.
11. Корреляционный момент. Коэффициент корреляции. Регрессия.
12. Неравенство Чебышева. Теорема Чебышева. Теорема Бернулли.
13. Центральная теорема. Интегральная теорема Муавра - Лапласа.
14. Стационарные случайные процессы. Спектральное разложение стационарного случайного процесса.
15. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами, правая часть которых является стационарным случайным процессом.
16. Понятие об эмпирической оценке спектральной плотности
17. Общая теория условных математических ожиданий. Условное математическое ожидание и условная вероятность относительно счётного разбиения.
18. Условное математическое ожидание относительно сигма-алгебры (по Колмогорову). Условное математическое ожидание одной случайной величины при условии, что значение другой случайной величины известно и его выражение через условную плотность распределения.
19. Конечные цепи Маркова. Матрица переходных вероятностей.
20. Классификация состояний (в однородном по времени случае).

21. Эргодическая теорема.
22. Центральная предельная теорема для случайных величин, связанных в цепь Маркова. Марковские цепи с произвольным пространством состояний.
23. Сведение динамической системы, на которую влияет обновляющийся (т.е. заменяющийся через определённое время на статистически независимый) случайный процесс.
24. Марковские процессы с непрерывным временем. Диффузионные Марковские процессы и уравнения для их переходных вероятностей типа уравнения теплопроводности.
25. Переход от динамической системы со случайным возмущением к диффузионному случайному процессу.

### 7.1. Основная литература:

1. Рукосуев А. В., Балдин, К. В. Теория вероятностей и математическая статистика: Учебник / К. В. Балдин, В. Н. Башлыков, А. В. Рукосуев. - 2-е изд. - М.: Дашков и К, 2010. - 473 с. - URL: <http://znanium.com/bookread2.php?book=414902>
2. Хуснутдинов Р. Ш. Теория вероятностей: Учебник / Р.Ш. Хуснутдинов. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 175 с. - URL: <http://znanium.com/bookread2.php?book=363773>
3. Аркашов Н.С. Теория вероятностей и случайные процессы /Н.С. Аркашов, А.П. Ковалевский. - Новосиб.: НГТУ, 2014. - 238 с. URL: <http://znanium.com/bookread2.php?book=546213>

### 7.2. Дополнительная литература:

1. Бочаров, П. П. Теория вероятностей. Математическая статистика/ П. П. Бочаров, А. В. Печинкин. - 2-е изд. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2005. - 296 с. - URL: <http://znanium.com/bookread2.php?book=405754>
2. Бирюкова Л. Г. Теория вероятностей и математическая статистика: учебное пособие / Бирюкова Л.Г., Бобрик Г.И., Матвеев В.И., - 2-е изд. - М.:НИЦ ИНФРА-М, 2017. - 289 с. - URL: <http://znanium.com/bookread2.php?book=370899>
3. Теория вероятностей, математическая статистика в примерах, задачах и тестах: Учебное пособие. / Сапожников П.Н., Макаров А.А., Радионова М.В. - М.:КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 496 с. - URL: <http://znanium.com/bookread2.php?book=548242>

### 7.3. Интернет-ресурсы:

- Бесплатный ресурс для студентов - <http://math24.ru/calculus-list.html>  
Библиоклуб - <http://www.biblioclub.ru>  
Образовательный математический сайт - <http://www.exponenta.ru/>  
Учебные материалы - <http://math.fizteh.ru/study/>  
Учебные пособия - [http://kpfu.ru/main\\_page?p\\_sub=14502](http://kpfu.ru/main_page?p_sub=14502)

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Стохастический анализ" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен студентам. Электронная библиотечная система "Консультант студента" предоставляет полнотекстовый доступ к современной учебной литературе по основным дисциплинам, изучаемым в медицинских вузах (представлены издания как чисто медицинского профиля, так и по естественным, точным и общественным наукам). ЭБС предоставляет вузу наиболее полные комплекты необходимой литературы в соответствии с требованиями государственных образовательных стандартов с соблюдением авторских и смежных прав.

Интерактивная трибуна.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 02.03.01 "Математика и компьютерные науки" и профилю подготовки Математическое и компьютерное моделирование .

Автор(ы):

Созонтова Е.А. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Миронов А.Н. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.