

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФАКУЛЬТЕТ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
КАФЕДРА ТЕОРИИ ВЕРОЯТНОСТЕЙ И МАТЕМАТИЧЕСКОЙ
СТАТИСТИКИ

УТВЕРЖДАЮ:

проректор по научно-методической
и учебной работе

Е.И. Скафа

«21» апреля 2021 г.

МП



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
«СТОХАСТИЧЕСКИЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ»
частично-практико-ориентированная дисциплина

Направление подготовки:	01.04.02 Прикладная математика и информатика
Магистерская программа:	<u>Статистика</u>
Программа подготовки:	<u>Магистратура</u>
Квалификация:	<u>Магистр</u>
Форма обучения:	<u>очная</u>

Донецк 2021

УТВЕРЖДАЮ:

Декан факультета математики и
информационных технологий

Моисеенко И.А.



подпись

«20» апреля 2021 г.

Рабочая программа учебной дисциплины **«Стохастические дифференциальные уравнения»** составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «10» января 2018 г. № 13; Государственного образовательного стандарта высшего образования (ГОС ВО) Донецкой Народной Республики (ДНР) по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика; Порядка организации учебного процесса в образовательных организациях высшего профессионального образования Донецкой Народной Республики, утвержденного приказом Министерства образования и науки Донецкой Народной Республики от 10.11.2017 г. № 1171 (с изменениями и дополнениями); учебного плана и основной профессиональной образовательной программы высшего образования направления подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, магистерской программы: «Статистика», разработанных в ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет».

Разработчик:

доцент,

к.ф.-м.н., доцент

Т. В. Жмыхова

Рабочая программа учебной дисциплины утверждена на заседании кафедры теории вероятностей и математической статистики

Протокол № 13 от «07» апреля 2021 г.

И.О. заведующего кафедрой ТВиМС

Е.С. Глушанков

Рабочая программа учебной дисциплины одобрена учебно-методической комиссией факультета математики и информационных технологий

Протокол № 4 от «14» апреля 2021 г.

Председатель учебно-методической комиссии

факультета математики и информационных технологий

Л.И. Селякова

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ И МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Учебная дисциплина «Стохастические дифференциальные уравнения» относится к вариативной части образовательной программы. Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания и умения, формируемые *предшествующими дисциплинами* – Математический анализ, дифференциальные уравнения, теория вероятностей и математическая статистика, теория случайных процессов, теория массового обслуживания, (*сопутствующими дисциплинами* – *математическое моделирование, математическая теория инвестиций, теория рисков.*) Знания и умения, полученные в ходе изучения дисциплины «Стохастические дифференциальные уравнения» используются при написании выпускной квалификационной работы.

2. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Характеристика учебной дисциплины	Форма обучения	
	Очная	Заочная
Направление подготовки	01.04.02 Прикладная математика и информатика	
Магистерская программа	Статистика	
Программа подготовки	Магистратура	
Квалификация	Магистр	
Количество содержательных модулей и тем	1 (7)	
Дисциплина базовой / вариативной части образовательной программы	Вариативной части	
Формы контроля	1 модульный контроль, экзамен в 1-м семестре	
Год подготовки	1	×
Семестр	1	×
Количество зачетных единиц	5	×
Количество часов всего	180	×
в т.ч.:		
- лекционных	18	×
- практических или семинарских	54	×
- лабораторных		×
- самостоятельной работы	108	×
в т.ч. индивидуальное задание		×
Недельное количество часов	10	×
в т. ч.: - аудиторных	4	×
- самостоятельной работы студента	6	×

3. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель изучения дисциплины «Стохастические дифференциальные уравнения» – *изложение ряда разделов теории стохастических дифференциальных уравнений с целью получения студентами основных представлений.*

Задачи: *в процессе изучения дисциплины «Стохастические дифференциальные уравнения» студенты должны иметь представление об основных методах теории стохастических дифференциальных уравнений для развития практических навыков построения стохастических моделей различных процессов естествознания.*

Требования к результатам освоения дисциплины. Процесс изучения дисциплины «Стохастические дифференциальные уравнения» направлен на формирование элементов следующих **компетенций** в соответствии с ФГОС ВО РФ, ГОС ВО ДНР (проект) по

направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика и основной профессиональной образовательной программы высшего образования направления подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, магистерской программы: «Актuarная математика»:

Общепрофессиональные компетенции (ОПК):	
ОПК-1.	Способен решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики.
ОПК-2.	Способен совершенствовать и реализовывать новые математические методы решения прикладных задач.
Профессиональные компетенции (ПК):¹	
ПК-4.	Способен разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели решаемых задач проектной и производственно-технологической деятельности.
ПК-10.	Способен разрабатывать учебно-методические комплексы для электронного обучения.

Индикаторы достижения компетенций и результаты обучения². Достижение компетенций оценивается на основе таких индикаторов и соответствующих им результатов обучения:

Общепрофессиональные компетенции	Индикаторы	Результаты обучения
<p>ОПК-1. Способен решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики.</p> <p>ОПК-2. Способен совершенствовать и реализовывать новые математические методы решения прикладных задач.</p>	<p>ОПК-1. И-1. Владеет методами СДУ в приложениях к краевым задачам, задачам финансовой математики и задачам об оптимальном управлении</p>	Знает основные понятия, структурные теоремы, основные теоремы Ито
		Знает теории фильтрации и диффузионные процессы
		Знает логические связи между основными понятиями курса
		Умеет доказывать утверждения и теоремы
		Умеет анализировать периодическую литературу по тематике курса
	<p>ОПК-2. И-1. Владеет методами решения СДУ</p>	Знает конструктивные методы построения численных решений
		Знает приложения теории стохастических дифференциальных уравнений
		Умеет решать простые стохастические уравнения
		Умеет находить генераторы решений СДУ
		Умеет использовать теорию СДУ в приложениях

Профессиональные компетенции	Индикаторы	Результаты обучения
ПК-4. Способен разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели решаемых задач проектной и производственно-технологической деятельности.	ПК-4.И-1. Владеет техникой построения численных решений СДУ	Знает основные результаты теории стохастических дифференциальных уравнений: теоремы существования и единственности решений
		Знает конструктивные методы построения численных решений, вид вероятностных представлений решений краевых задач
		Умеет обрабатывать статистические данные; строить адекватные модели реальных процессов и явлений и проводить их последующий анализ
		Умеет строить модели процессов реальных явлений и решать простые задачи
ПК-10. Способен разрабатывать учебно-методические комплексы для электронного обучения.	ПК-10. И-1. Владеет современными методами компьютерной реализации статистических алгоритмов	Знает приложения теории стохастических дифференциальных уравнений
		Умеет применять современные методы компьютерной реализации моделей к решению практических задач

4. ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Стохастические дифференциальные уравнения» предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, самостоятельную работу студентов.

Материал излагается с использованием объяснительно-иллюстративных и исследовательских методов преподавания. При проведении лекций и практических занятий используются мультимедийные презентации, раздаточные материалы.

В учебном процессе широко применяются активные и интерактивные формы проведения занятий (разбор конкретных ситуаций, дискуссия), внеаудиторная самостоятельная работа, балльно-рейтинговая система оценки успеваемости, личностно-ориентированное обучение, проблемное обучение. В учебном процессе используются интернет-ресурсы по данному курсу; рассматриваются задачи, максимально приближенные к конкретным практическим ситуациям, самостоятельная работа; контрольные работы.

Самостоятельная работа студентов предусматривает подготовку к практическим занятиям, подготовку конспектов по отдельным вопросам изучаемых тем, изучение учебной и методической литературы, аннотаций статей, подготовку и защиту результатов собственных научных исследований.

Тематический план «Стохастические дифференциальные уравнения»

Темы	Вопросы темы
Содержательный модуль 1. Необходимые сведения и теоремы.	
1. Некоторые сведения из теории вероятностей.	1.1. Сходимость случайных последовательностей. Неравенства для математических ожиданий. Случайные процессы.

2. Случайные процессы.	2.1. Марковские и диффузионные процессы. Случайные процессы с независимыми приращениями. Винеровский и пуассоновский процессы. Численное моделирование пуассоновского и гауссовского распределений.
3. Стохастические интегралы.	3.1. Стохастические интегралы по винеровскому процессу и стохастические дифференциальные уравнения диффузионного типа. Стохастический интеграл Ито. Процессы Ито. Формула Ито. Стохастические дифференциальные уравнения Ито. Стохастический интеграл по пуассоновской случайной мере.
4. Стохастические интегралы по мартингалам и стохастические дифференциальные уравнения со скачкообразной компонентой.	4.1. Стохастический интеграл по мартингалу. Формула Ито для процессов Ито со скачкообразной компонентой. Стохастические дифференциальные уравнения со скачкообразной компонентой. Интегральное представление решения линейного стохастического дифференциального уравнения со скачкообразной компонентой.
5. Диффузионные математические модели динамических систем, находящихся под воздействием случайных возмущений.	5.1. Общий вид нелинейных диффузионных моделей. Линейные диффузионные модели. Диффузионные процессы как решения стохастических дифференциальных уравнений Ито. Уравнения А.Н. Колмогорова. Диффузионные модели физических и технических систем. Модель тепловых флуктуаций частиц в веществах и электрических зарядов в проводниках. Формула Найквиста. Модели стохастической финансовой математики.
6. Математические задачи, связанные со стохастическими дифференциальными уравнениями.	6.1. Фильтрация. Оптимальное стохастическое управление. Стохастическая устойчивость. Оценивание параметров.
7. Вероятностные представления решений задач Дирихле и Коши для уравнений в частных производных параболического типа.	7.1. Вероятностное представление решения задачи Дирихле. Вероятностные представления решения задачи Коши. О малой эффективности применения численных методов для обыкновенных дифференциальных уравнений к стохастическим дифференциальным уравнениям.

Структура дисциплины «Стохастические дифференциальные уравнения» по видам учебной деятельности

Названия содержательных модулей и тем	Количество часов							
	Очная форма обучения				Заочная форма обучения			
	Всего	В т.ч.			Всего	В т.ч.		
		Лекции	Практические	Самостоятельная работа		Лекции	Практические	Самостоятельная работа
Содержательный модуль 1. Основные понятия								
Тема 1. Некоторые сведения из теории вероятностей.	24	2	4	18				
Тема 2. Случайные процессы.	24	2	4	18				
Тема 3. Стохастические интегралы.	26	2	6	18				
Тема 4. Стохастические интегралы по мартингалам и стохастические дифференциальные уравнения со скачкообразной компонентой.	34	4	12	18				
Тема 5. Диффузионные математические модели динамических систем, находящихся под воздействием случайных возмущений.	26	2	12	12				
Тема 6. Математические задачи, связанные со стохастическими дифференциальными уравнениями.	24	4	8	12				
Тема 7. Вероятностные представления решений задач Дирихле и Коши для уравнений в частных производных параболического типа.	22	2	8	12				
Итого по содержательному модулю 1	180	18	54	108				
Всего часов	180	18	54	108				

5. ТЕМАТИКА ЛЕКЦИОННЫХ, ПРАКТИЧЕСКИХ И ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

Темы лекционных занятий

№ п/п	Название темы	Количество часов	
		Очная форма	Заочная форма
1.	Винеровский процесс. Пуассоновский процесс. Свойства. Признаки.	2	
2.	Формула Ито. Обобщенная формула Ито.	2	
3.	Стохастические дифференциальные уравнения разных порядков. Существование и единственность решений	2	

	стохастических дифференциальных уравнений. Условия на коэффициенты, гарантирующие существование и единственность решения СДУ. Устойчивость решений		
4.	Модель изменения капитала страховой компании.	2	
5.	Марковские процессы. Марковское свойство решения СДУ. Зависимость решения от начальных данных и коэффициентов.	2	
6.	Диффузионные процессы как решения стохастических дифференциальных уравнений Ито. Уравнения А.Н. Колмогорова.	2	
7.	Уравнения Колмогорова (прямое и обратное)	2	
8.	О мере в пространстве функций, соответствующих диффузионным процессам. Теоремы Гирсанова.	2	
9.	Теоремы о точном росте решений стохастических уравнений. Эргодические теоремы.	2	
Всего		18	

Тексты лекций приведены в: <http://dl-test.donnu-support.ru/course/edit.php?id=592>

Темы практических занятий

№ п/п	Название темы	Количество часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Свойства стохастического интеграла с переменным верхним пределом.	2	
2	Стохастический дифференциал от произведения функций.	4	
3	Стохастический дифференциал от сложной функции.	2	
4	Формула Ито.	4	
5	Вычисление интегралов Ито.	4	
6	Интегрирование простейших уравнений Ито.	4	
7	Стохастические дифференциальные уравнения первого порядка. Решение.	4	
8	Линейные стохастические дифференциальные уравнения.	4	
9	Пуассоновский процесс. Стохастический интеграл по Пуассоновскому процессу.	4	
10	Применение стохастических интегралов в моделировании процесса риска.	4	
11	Построение модели изменения капитала страховой компании.	2	
12	Уравнения Колмогорова.	2	
13	Однородные по времени решения стохастических дифференциальных уравнений.	4	
14	Исследование вопросов устойчивости решений стохастических дифференциальных уравнений Ито.	4	
15	Моделирование различных процессов с помощью стохастических дифференциальных уравнений Ито.	4	
16	Модели финансовых рынков, биологии, экологии, описываемые уравнениями Ито.	2	
Всего		54	

Планы практических занятий с указанием рассматриваемых вопросов и выполняемых заданий приведены в: <http://dl-test.donnu-support.ru/course/edit.php?id=592>

Темы лабораторных работ

(не предусмотрены учебным планом)

6. ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

№ п/п	Название темы	Количество часов	
		Очная форма	Заочная форма
1.	Понятие о стохастических дифференциальных уравнениях.	7	
2.	Общий вид стохастического дифференциального уравнения. 6	7	
3.	Стохастические дифференциальные уравнения, приводящиеся к линейным.	7	
4.	Обобщенная формула Ито.	8	
5.	Пуассоновский процесс.	7	
6.	Применение стохастических интегралов в моделировании процесса риска.	8	
7.	Уравнения Колмогорова для плотности вероятности перехода.	7	
8.	Построение модели изменения капитала страховой компании.	5	
9.	Уравнения Колмогорова для плотности вероятности перехода.	8	
10.	Дифференцируемость решений стохастических уравнений по начальным данным.	8	
11.	Формулы для плотности вероятности перехода.	7	
12.	Ограниченность и неограниченность решений стохастических уравнений.	6	
13.	Дифференцируемость решений стохастических уравнений по начальным данным.	8	
14.	Распределение функционалов от решений стохастических дифференциальных уравнений.	8	
15.	Эргодические теоремы.	7	
Всего		108	

Содержание самостоятельной (в т.ч. индивидуальной) работы по темам и методические рекомендации по ее выполнению приведены в: <http://dl-test.donnu-support.ru/course/edit.php?id=592>

7. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Содержательный модуль 1. Основные понятия

1. Винеровский процесс. Свойства. Признаки.
2. Свойства стохастического интеграла с переменным верхним пределом.
3. Стохастический дифференциал от произведения функций и от сложной функции.
4. Формула Ито.
5. Стохастические дифференциальные уравнения первого порядка.
6. Линейные стохастические дифференциальные уравнения, приводящиеся к линейным.
7. Существование и единственность решений стохастических дифференциальных уравнений.
8. Зависимость сильных решений СДУ от параметров.
9. Теоремы Гирсанова о замене меры.
10. Марковское свойство решений СДУ.
11. Уравнения А.Н. Колмогорова (прямое и обратное).
12. Стохастический интеграл по Пуассоновскому процессу.
13. Формула Ито. Обобщение.

14. Применение стохастических интегралов в моделировании процесса риска.
 15. Модель изменения капитала страховой компании.

ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Образовательная программа: магистратура

Направление подготовки: 01.04.02 Прикладная математика и информатика

Магистерская программа: Статистика

Очная форма обучения. Семестр: 1

Учебная дисциплина: Стохастические дифференциальные уравнения

Модульная контрольная работа

Вариант № n

1. Установлено, что процентная ставка удовлетворяет уравнению

$$dr = \mu(t, r) dt + \sqrt{g(t, r)} dW.$$

Пусть $B(t, R)$ –бескупонная облигация, по которой в момент времени t выплачивается один доллар по наступлении момента платежа T . Покажите, что $B(t, R)$ является решением стохастического дифференциального уравнения

$$\frac{\partial B}{\partial t} + \mu(t, r) \frac{\partial B}{\partial r} + \frac{g(t, r)}{2} \frac{\partial^2 B}{\partial r^2} = rB$$

С терминальным условием $B(T, r) = 1$.

2. Решите стохастическое дифференциальное уравнение

$$dx_t = a(t) dt + b(t) dW_t, \quad x_0 = X_0$$

где X_0 – константа.

3. Решите уравнение

$$dx = -\alpha x + \sigma dW, \quad x(0) = x_0$$

в котором α, σ –константы, причем $\alpha > 0, \sigma > 0$ и x_0 – случайная переменная.

Установите также, что

$$E[X] = E[x_0] e^{-\alpha t}, \quad V[X] = V[x_0] e^{-2\alpha t} + \frac{\sigma^2}{2\alpha} [1 - e^{-2\alpha t}].$$

9. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ЗАДАНИЯ МОДУЛЬНОГО КОНТРОЛЯ

Номер задания	Количество баллов
Задание 1	10
Задание 2	10
Задание 3	20
Всего	40

10. ОБРАЗЕЦ ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО БИЛЕТА

ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Образовательная программа: магистратура

Направление подготовки: 01.04.02 Прикладная математика и информатика

Магистерская программа: Статистика

Очная форма обучения. Семестр: 2

Учебная дисциплина: Стохастические дифференциальные уравнения

Экзаменационный билет № n

1. Модель изменения капитала страховой компании.
2. Формула Ито.
3. Решить стохастическое дифференциальное уравнение и сделать проверку

$$d\eta(t) = (e^t + \eta(t))dt + e^t dw(t), \quad \eta(0) \equiv 0.$$

Утверждено на заседании теории вероятностей и математической статистики, протокол № ____ от «____» _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой _____

ФИО

Экзаменатор _____

ФИО

11. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО ЗАДАНИЯ

Номер задания	Количество баллов
Задание 1	10
Задание 2	10
Задание 3	20
Всего	40

12. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Самостоятельная работа (включая выполнение СРС) оценивается в 10 баллов. В разрезе отдельных тем оценивание осуществляется следующим образом.

Оценивание СРС по дисциплине «Стохастические дифференциальные уравнения»

Названия содержательных модулей и тем	СРС	ИРС
Содержательный модуль 1. Основные понятия		
1. Вычисление интегралов Ито	5	
2. Интегрирование простейших уравнений Ито.	5	
Итого по 1-му содержательному модулю	10	
Всего баллов	10	

13. ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ТВОРЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

(не предусмотрено)

14. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ТВОРЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ

(не предусмотрено)

15. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ОБЩЕЙ УСПЕВАЕМОСТИ

Общая оценка знаний студентов по дисциплине проводится по 100-балльной шкале согласно таким критериям, приведенным в таблице ниже. *Организационно-учебная работа студента* в аудитории оценивается на основе таких критериев как посещаемость занятий, активность во время проведения лекционных и практических занятий (вопросы лектору по теме лекционного материала, участие в обсуждении пройденного материала, решение задач и ситуаций у доски и т.п.).

Содержательные модули	Вид работы	Баллы
Содержательный модуль 1	Организационно-учебная работа студента в аудитории	10
	Самостоятельная работа	10
	Модульная контрольная работа	40
	Итого	60
Экзамен		40
Общий итог		100

Порядок оценивания учебных достижений обучающихся

Оценка по шкале ECTS	Оценка по 100-балльной шкале	Оценка по государственной шкале	
		экзамен, дифференцированный зачет	зачет
A	90-100	5 (отлично)	зачтено
B	80-89	4 (хорошо)	зачтено
C	75-79	4 (хорошо)	зачтено
D	70-74	3 (удовлетворительно)	зачтено
E	60-69	3 (удовлетворительно)	зачтено
FX	35-59	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной аттестации	не зачтено
F	0-34	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи при условии обязательного набора дополнительных баллов	не зачтено

16. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Учебные занятия проводятся в 1-м (ул. Университетская, 24) учебном корпусе университета. Для проведения лекционных и практических занятий требуется аудитория, оборудованная меловой или маркерной доской, мультимедийный проектор и экран, ноутбук, комплект учебной мебели для студентов, рабочее место преподавателя. Выход в Интернет проводной или с использованием Wi-Fi.

Для самостоятельной работы используются текстовые и электронные ресурсы Научной библиотеки университета и других электронных библиотечных баз данных, учебно-

методическое обеспечение, представленное в учебно-методических кабинетах 1-го (ауд.501, 505).

В процессе обучения студенты имеют возможность использовать учебные материалы по дисциплине «Стохастические дифференциальные уравнения», размещенные на платформе Moodle Центра дистанционного образования ГОУ ВПО «ДонНУ». С использованием ресурсов платформы дистанционного образования также осуществляется текущий контроль знаний студентов на основе тестирования и проверки результатов самостоятельной работы.

17. РЕКОМЕНДОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

№ п/п	Наименование	Кол-во экземпляров в библиотеке ДонНУ	Наличие электронной версии в ЭБС
Основная литература			
1.	Бондарев Б. В. Стохастические дифференциальные уравнения. Практикум [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие/ Б. В. Бондарев. – Донецк: ДонНУ, 2017 - электронные данные (1 файл).	0	+
2.	Бондарев Б. В. Стохастические дифференциальные уравнения [Электронный ресурс]: Учебное пособие/ Б. В. Бондарев. – Донецк: ДонНУ, 2017 - электронные данные (1 файл).	0	+
3.	Стохастические модели в экономике [Электронный ресурс]: (письменная справка) / [сост. Н. А. Фесенко]; ДонНУ, Науч. б-ка, Справ. - библиогр. отд. - Донецк: ДонНУ, 2015. - электронные данные. (1 файл).	0	+
4.	Бондарев Б. В., Болдырева В. О. Анализ рисков в страховании, - Донецк: ООО «Восточный издательский дом», 2014. – 136 с. Места выдачи: АНЛ (своб. 3 экз. из 3), Чз1 (своб. 3 экз. из 3), Чз3 (своб. 1 экз. из 1), Выс (своб. 3 экз. из 3).	10	-
5.	Бондарев, Б. В. Анализ рисков в страховании [Электронный ресурс]: монография / Б. В. Бондарев, В. О. Болдырева; Донецкий нац. ун-т. - Донецк: ДонНУ, 2014. - электронные данные (1 файл).	0	+
6.	Бондарев, Б. В. Моделирование эволюций цен рискованных активов, эволюций капитала страховых компаний и накопительных фондов: учеб.пособие / Б. В. Бондарев, Т. В. Жмыхова, А. В. Баев ; Донецкий нац. ун-т. - Донецк: ДонНУ, 2014. - 275 с. Места выдачи: АУЛ (своб. 5 экз. из 5), АНЛ (своб. 1 экз. из 1), Чз1 (своб. 1 экз. из 1), Выс (своб. 5 экз. из 5).	12	-
Дополнительная литература			
7.	Бондарев, Б. В. Стохастические дифференциальные уравнения и их применение в финансовой математике и математической экономике: учеб. пособие / Б. В. Бондарев, Т. В. Жмыхова. - Донецк: Норд-Пресс, 2005. - 175 с. Места выдачи: АНЛ (своб. 1 экз. из 1), Чз1 (своб. 1 экз. из 1), Выс (своб. 1 экз. из 1).	3	-

8.	Бондарев, Б. В. Стохастическое исчисление в задачах финансовой и актуарной математики. Оценка рисков в страховании [Электронный ресурс]: монография / Б. В. Бондарев, О. Е. Сосницкий. - Донецк: ДонНУ, 2013. - электронные данные (1 файл).	0	-
9.	Власенко, Л.А. Стохастические дифференциально-разностные уравнения типа Соболева с аддитивным белым шумом / Л. А. Власенко, А.Г. Руткас // Прикладна статистика. Актуарна та фінансова математика: наук.журнал / Донецький нац. ун-т; голов. ред.: Б. В. Бондарев. - Донецк, 2012. - № 1. - С. 105-114. Места выдачи: Чз4 (своб. 1 экз. из 1).	1	-
10.	Гихман, И. И. Стохастические дифференциальные уравнения и их приложения / И. И. Гихман, А. В. Скороход; АН УССР ; Ин-т математики. - К. : Наук. думка, 1982. – 612 с. Места выдачи: АНЛ (своб. 1 экз. из 2), Чз1 (своб. 1 экз. из 2), Чз3 (своб. 1 экз. из 1), Выс (своб. 1 экз. из 2).	7	-
11.	Ширяев, А. Н. Основы стохастической финансовой математики. Т. 1.: Факты. Модели. / А. Н. Ширяев. - М.: Фазис, 1998. - 512 с.	2	-

18. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

1. www.newlibrary.ru-новая электронная библиотека ДонНУ;
2. www.edu.ru-федеральный портал российского образования;
3. www.mathnet.ru-общероссийский математический портал;
4. www.elibrary.ru- научная электронная библиотека;
5. www.nehudlit.ru-электронная библиотека учебных материалов.
6. <http://mondnr.ru/> – Министерство образования и науки Донецкой Народной республики.
7. <https://www.donippo.org/> – ГОУ ДПО «Донецкий республиканский институт дополнительного педагогического образования».
8. <http://ippo-vm.at.ua/> – Отдел математики Донецкого РИДПО.
9. <http://resobrnadzor.ru/> –Республиканская служба по контролю и надзору в сфере образования и науки.

19. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Windows 7 PRO (корпоративная лицензия ДОННУ № 46484614);
2. Microsoft Office (корпоративная лицензия ДОННУ лицензия № 46472919);
3. Microsoft Visual Studio (лицензия программы DreamSpark для высших учебных заведений);
4. Лицензии GPL для свободного программного обеспечения: Антивирус Касперского, Libre Office, Adobe Acrobat Reader, xPDF, Paint.NET.