

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Оренбургский государственный университет»

Кафедра математических методов и моделей в экономике

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б.1.Б.22 Случайные процессы и основы теории массового обслуживания»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки

01.03.04 Прикладная математика
(код и наименование направления подготовки)

Применение математических методов к решению инженерных и экономических задач
(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Тип образовательной программы

Программа академического бакалавриата

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Год набора 2018

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра математических методов и моделей в экономике

наименование кафедры

протокол № 6 от "29" 04 2018 г.

Заведующий кафедрой

Кафедра математических методов и моделей в экономике

наименование кафедры

подпись

расшифровка подписи

А.Г. Реннер

Исполнители:

профессор каф. ММиМЭ

должность

подпись

А.Г. Реннер

расшифровка подписи

доцент каф. ММиМЭ

должность

подпись

О.Н. Яркова

расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии по направлению подготовки

01.03.04 Прикладная математика

код наименование

личная подпись

расшифровка подписи

А.Г. Реннер

Заведующий отделом комплектования научной библиотеки

личная подпись

расшифровка подписи

Н.Н. Грицай

Уполномоченный по качеству факультета

личная подпись

расшифровка подписи

Н.В. Лужнова

№ регистрации 86248

© Реннер А.Г.,
Яркова О.Н., 2018
© ОГУ, 2018

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цели дисциплины: формирование теоретических знаний о математических методах описания и исследования стохастических динамических систем и практических навыков использования прикладного программного обеспечения для их решения.

Задачи:

- освоить способы описания случайных процессов;
- изучить основные типы случайных процессов (по свойствам), некоторые виды случайных процессов и их свойства;
- изучить методы исследования дискретных и непрерывных цепей Маркова;
- освоить методы моделирования простейших марковских систем массового обслуживания (СМО);
- освоить методы моделирования динамики стохастических систем в формах Стратоновича и Ито;
- освоить методы моделирования непрерывных марковских процессов с непрерывным временем;
- освоить инструментальные и программные средства решения поставленных задач.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к базовой части блока 1 «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б.1.Б.1 Философия, Б.1.Б.10 Математический анализ, Б.1.Б.11 Линейная алгебра и аналитическая геометрия, Б.1.Б.12 Дискретная математика, Б.1.Б.14 Теория функций комплексного переменного, Б.1.Б.15 Дифференциальные и разностные уравнения, Б.1.Б.17 Теория вероятностей, математическая статистика и теория случайных процессов, Б.1.Б.20 Численные методы, Б.1.В.ОД.6 Объектно-ориентированный анализ и программирование, Б.1.В.ОД.11 Краевые задачи для дифференциальных уравнений и численные методы их решения*

Постреквизиты дисциплины: *Б.1.В.ОД.7 Математические методы и модели в логистике, Б.1.В.ДВ.1.1 Страхование и актуарные расчеты, Б.1.В.ДВ.1.2 Математические методы финансового анализа, Б.1.В.ДВ.2.1 Математические модели принятия решений, Б.1.В.ДВ.6.2 Уравнения в частных производных и математические модели в экономике, Б.2.В.П.1 Технологическая практика, Б.2.В.П.2 Научно-исследовательская работа, Б.2.В.П.3 Преддипломная практика, Б.4.1 Практикум "Технологии информационного обеспечения научно-исследовательской работы"*

3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Формируемые компетенции
Знать: основные понятия, положения и результаты дисциплины СПиОТМО, позволяющие проводить самостоятельную работу в области стохастического моделирования и моделирование СМО. Уметь: использовать знания, полученные при освоении дисциплины СПиОТМО, для проведения самостоятельной работы. Владеть: навыками применения полученных знаний при решении практических задач в области стохастического моделирования и прогнозирования, расчета характеристик СМО.	ОПК-1 готовностью к самостоятельной работе
Знать: современные математические методы, современные прикладные программные средства решения задач дисциплин СПиОТМО (стохастическое моделирование, моделирование СМО) Уметь: использовать современные математические методы,	ОПК-2 способностью использовать современные математические методы и современные прикладные

Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Формируемые компетенции
современные прикладные программные средства, используемые в СПиОТМО, для решения практических задач в указанные выше предметных областях. Владеть: навыками использования математического и программного инструментария СПиОТМО для решения практических задач в указанных выше предметных областях	программные средства и осваивать современные технологии программирования
Знать: стандартные пакеты прикладных программ (Mathcad, Matlab, Statistica, Stata) для решения практических задач СПиОТМО, позволяющие проводить исследования в области стохастического моделирования, прогнозирования и моделирования СМО. Уметь: использовать стандартные пакеты прикладных программ для решения практических задач СПиОТМО. Позволяющие проводить исследования в указанных выше предметных областях. Владеть: навыками использования стандартных пакетов прикладных программ для решения практических задач СПиОТМО, позволяющих провести исследование в указанных предметных областях.	ПК-1 способностью использовать стандартные пакеты прикладных программ для решения практических задач на электронных вычислительных машинах, отлаживать, тестировать прикладное программное обеспечение
Знать: основные приемы моделирования стохастических процессов, позволяющие перейти от естественнонаучной сущности проблемы к математически формализованной модели. Уметь: подбирать инструментарий для исследования математически формализованной модели. Владеть: навыкам построения математической модели для исследования естественнонаучной проблемы и проведение анализа.	ПК-9 способностью выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, готовностью использовать для их решения соответствующий естественнонаучный аппарат
Знать: математические методы стохастического моделирования и аппарат исследования построенных моделей. Уметь: осуществлять математическое моделирование в указанных выше предметных областях, задач, проводить их исследования и анализ результатов. Владеть: навыками математического моделирования, исследования и анализа результатов поставленных задач.	ПК-10 готовностью применять математический аппарат для решения поставленных задач, способностью применить соответствующую процессу математическую модель и проверить ее адекватность, провести анализ результатов моделирования, принять решение на основе полученных результатов
Знать: методы сбора, обработки и анализа информации о случайных процессах и системах массового обслуживания в указанных выше предметных областях. Уметь: использовать обработанную информацию при принятии решений в приведённых выше предметных областях. Владеть: навыками сбора, обработки и анализа информации о СП, системах массового обслуживания и т.д., позволяющими выработать управленческое решения.	ПК-11 готовностью применять знания и навыки управления информацией
Знать: инструментарий теории СП, позволяющий самостоятельно изучать новые разделы фундаментальных дисциплин, связанных со стохастическим моделированием. Уметь: использовать аппарат П при самостоятельном изучении новых разделов фундаментальных дисциплин, связанных со стохастическим моделированием.. Владеть: навыками исследования СП и моделирование СМО при изучении новых разделов фундаментальных дисциплин, использующих аппарат стохастического моделирования.	ПК-12 способностью самостоятельно изучать новые разделы фундаментальных наук

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц (216 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов		
	4 семестр	5 семестр	всего
Общая трудоёмкость	108	108	216
Контактная работа:	34,25	35,25	69,5
Лекции (Л)	18	18	36
Практические занятия (ПЗ)	16		16
Лабораторные работы (ЛР)		16	16
Консультации		1	1
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,25	0,5
Самостоятельная работа: - выполнение индивидуального творческого задания (ИТЗ); - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий; - подготовка к лабораторным занятиям; - подготовка к практическим занятиям; - подготовка к коллоквиумам; - подготовка к рубежному контролю и т.п.)	73,75	72,75	146,5
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	диф. зач.	экзамен	

Разделы дисциплины, изучаемые в 4 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Обзор: описание случайных процессов и их характеристик	15	2	2	-	11
2	Типы случайных процессов	24	4	4	-	16
3	Элементы стохастического анализа	8	2	-	-	6
4	Стохастические модели состояния	36	6	6	-	24
5	Линейные преобразования случайных процессов	24,75	4	4	-	16,75
	Итого:	108	18	16		74

Разделы дисциплины, изучаемые в 5 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
6	Дискретные и непрерывные цепи Маркова	36	6	-	6	24
7	Моделирование СМО	40	6	-	10	24
8	Марковские процессы с непрерывным множе-	30,75	6	-	0	24,75

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
	ством состояний					
	Итого:	108	18		16	74
	Всего:	216	36	16	16	148

4.2 Содержание разделов дисциплины

Таблица 1 – Содержание разделов дисциплины

№ раздела	Наименование раздела	Содержание раздела
1	2	3
1	Обзор: описание случайных процессов и их характеристик	Случайный n -мерный процесс, траектории случайного процесса, временные сечения. Законы распределения - N -мерные. Математическое ожидание, ковариационная матрица, ковариационная функция, взаимная ковариационная функция.
2	Типы случайных процессов	Стационарные случайные процессы (СП) в узком смысле, свойства. Стационарные СП в широком смысле. Эргодические процессы. Процессы с независимыми приращениями, свойства. Процессы с ортогональными приращениями, свойства. Гауссовские случайные процессы, свойства. Винеровский случайный процесс, свойства. Марковский случайный процесс, свойства. Пуассоновский случайный процесс, свойства.
3	Элементы стохастического анализа	Сходимость в L_2 . Непрерывность. Дифференцируемость. Интегрируемость.
4	Стохастические модели состояния	Эволюция моделей динамики: от детерминированной к стохастической. Стохастические интегралы и дифференциалы. Интеграл от винеровского процесса, по винеровскому; свойства. Стохастический дифференциал в форме Ито и Стратоновича. Правило дифференцирования Ито.
5	Линейные преобразования случайных процессов	Линейные преобразования случайных процессов, свойства, характеристики. Преобразования дискретных и непрерывных случайных процессов операторами свертки, свойства, характеристики. Условия стационарности преобразованных случайных процессов. Спектральные функции. Формирующие фильтры
6	Дискретные и непрерывные цепи Маркова	Дискретные цепи Маркова: основные понятия. Вероятности состояний, вероятности перехода. Однородные цепи. Основные задачи анализа цепей Маркова. Классификация состояний. Классификация цепей. Расчет характеристик. Предельные вероятности состояний. Непрерывные цепи Маркова: Основные понятия. Система уравнений Колмогорова. Решение задачи Коши в случае: неоднородной цепи Маркова, свойства решения; однородных цепей Маркова, свойства решения. Предельные вероятности состояний и их моделирование. Процессы гибели-размножения, циклические процессы.
7	Моделирование СМО	Процессы массового обслуживания: основные понятия, классификации СМО. Потoki событий: стационарный (однородный), ординарный, без последствия, простейший,

		пуассоновский. СМО типа М/М/1 с отказами: модель, расчет характеристик. Другие типы СМО. Обзор подходов к их анализу.
8	Марковские процессы с непрерывным временем и непрерывным множеством состояний	Уравнение Маркова-Смолуховского-Чепмена-Колмогорова. Уравнения Колмогорова. Стохастические модели состояния и уравнения Колмогорова. Характерные задачи теории марковских случайных процессов.

4.3 Лабораторные работы

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	6	Расчет характеристик дискретных и непрерывных цепей Маркова.	6
2	7	Моделирование СМО.	10
		Итого:	16

4.4 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	1	Характеристики СП	2
2	2	Свойства стационарных, эргодических СП, СПС с независимыми ортогональными приращениями. Гауссовский, Винеровский, Марковский, Пуассоновский случайные процессы.	4
3	4	Стохастические интегралы и дифференциалы. Правило дифференцирования Ито	8
4	5	Линейные преобразования случайных процессов	2
		Итого:	16

5 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

5.1 Вопросы для текущего контроля успеваемости и зачетов

4 семестр

Тема 1. Описание случайных процессов и их характеристик

1. Дайте определение сечения случайного процесса.
2. Дайте определение траектории (реализации) случайного процесса.
3. Раскройте понятие одномерной функции распределения, ..., N -мерной функции распределения векторного случайного процесса.
4. Раскройте понятие одномерной плотности, ..., N -мерной плотности распределения вероятностей векторного случайного процесса.
5. Какие процессы называют стохастически эквивалентными?
6. Дайте определение математического ожидания случайного процесса.
7. Дайте определение ковариационной матрицы и ковариационной функции векторного случайного процесса, корреляционной функции случайного процесса.

Тема 2. Типы случайных процессов

8. Дайте определение нормального (гауссовского) случайного процесса.
9. Выпишите ковариационную матрицу N -мерной плотности распределения гауссовского случайного процесса.

10. Дайте определение процесса с некоррелированными приращениями.
11. Дайте определение процесса с ортогональными приращениями.
12. Постройте ковариационную функцию процесса с ортогональными приращениями.
13. Дайте определение стационарного в узком (широком) смысле случайного процесса.
14. Укажите свойства стационарных в узком смысле случайных процессов.
15. Дайте определение винеровского процесса.
16. Перечислите свойства винеровского процесса.
17. Докажите нормальность винеровского процесса.
18. Дайте определение марковского процесса.
19. Укажите свойства марковского процесса.
20. Докажите, что винеровский процесс является марковским.
21. Дайте определение пуассоновского процесса.

Тема 3. Элементы стохастического анализа

22. Определите виды сходимости (по вероятности, почти наверное, в среднем порядка "P", по распределению).
23. Дайте определение предела последовательности случайных процессов.
24. Дайте определение непрерывности случайного процесса. Условия непрерывности.
25. Дайте определение дифференцируемости случайного процесса. Условия дифференцируемости.
26. Дайте определение интегрируемости случайного процесса. Условия интегрируемости.

Тема 4. Стохастические модели состояния

27. Дайте определение стохастического интеграла в форме Ито; в форме Стратоновича.
28. Дайте определение стохастического дифференциала в форме Ито; в форме Стратоновича.
29. Приведите правило дифференцирования Ито.
30. Связь интегралов Ито и Стратоновича.
31. Характеристики интегралов Ито и Стратоновича.

Тема 5. Линейные преобразования случайных процессов

32. Линейное преобразование случайного процесса (векторного, скалярного).
33. Свойства линейного преобразования.
34. Характеристики линейного преобразования СП.
35. Преобразование непрерывного случайного процесса оператором свертки.
36. Характеристики свертки непрерывного случайного процесса.
37. Преобразование дискретного случайного процесса оператором свертки.
38. Характеристики свертки дискретного случайного процесса.
39. Условия стационарности свертки непрерывного стационарного случайного процесса.
40. Условия стационарности свертки дискретного случайного процесса.
41. Спектральная плотность стационарной свертки непрерывного случайного процесса.
42. Спектральная плотность стационарной свертки дискретного случайного процесса.
43. Факторизация передаточной функции для непрерывного и дискретного СП.
44. Построение формирующего фильтра для непрерывного и дискретного СП.

5 семестр

Тема 6. Дискретные и непрерывные цепи Маркова.

45. Дайте определения цепи Маркова, однородной цепи Маркова.
46. Сформулируйте основные задачи для однородных цепей Маркова.
47. Перечислите основные характеристики цепей Маркова.
48. Приведите классификацию состояний цепей Маркова.

49. В чем заключается эргодическое свойство неприводимых цепей Маркова.
50. Приведите свойства и определите характеристики неприводимых цепей Маркова.
51. Приведите свойства и определите характеристики поглощающих цепей Маркова.
52. Определите понятия – плотность вероятности перехода из состояния в состояние, интенсивность.
53. Дайте определение однородного марковского процесса с непрерывным временем и дискретным множеством состояний.
54. Как строится система уравнений Колмогорова?
55. Сформулируйте задачу Коши для системы уравнений Колмогорова и укажите свойства ее решения.
56. Сформулируйте задачу для определения финальных вероятностей марковского случайного процесса с дискретным множеством состояний.
57. Дайте определение процесса гибели размножения.
58. Дайте определение циклического процесса.

Тема 7. Моделирование СМО

59. Процесс массового обслуживания. Заявка (требования), поток заявок, очередь, дисциплина очереди, время ожидания, канал обслуживания.
60. Простейший поток заявок (стационарность потока, ординарность входного потока, отсутствие последствия). Свойства простейшего входного потока заявок. Распределение времени между двумя последовательными заявками. Время обслуживания, среднее время обслуживания, интенсивность обслуживания. Время ожидания, среднее время ожидания.
61. Размеченный граф состояний и построение математической модели СМО (системы уравнений Колмогорова). Стационарный режим функционирования СМО.
62. Одноканальная СМО с отказами и ее характеристики; абсолютная пропускная способность; относительная пропускная способность и т.д.
63. СМО с ожиданием. СМО с ожиданием и ограничением на длину очереди. СМО без ограничения на длину очереди, но с ограничением на время ожидания. Замкнутые СМО.

Тема 8. Марковские процессы с непрерывным множеством состояний

64. Уравнение Маркова-Смолуховского-Чепмена-Колмогорова.
65. 1-е и 2-е уравнение Колмогорова.
66. Стохастические модели состояния и уравнения Колмогорова.
67. Характерные задачи теории марковских СП.

5.2 Вопросы к экзамену

1. Одномерные, двумерные... N -мерные законы распределения n -мерного случайного процесса (СП).
2. Математическое ожидание, ковариационная матрица, ковариационная функция, взаимная ковариационная функция n -мерного СП.
3. Стационарные в узком смысле n -мерные СП, свойства. Стационарные в широком смысле n -мерные СП.
4. СП с независимыми приращениями, СП с ортогональными приращениями, свойства.
5. Гауссовский n -мерный случайный процесс, формирование параметров законов распределения.
6. Винеровский процесс и его свойства.
7. Марковский процесс и его свойства.
8. Пуассоновский процесс и его свойства.
9. Дискретная цепь Маркова. Матрица переходных вероятностей, свойства. Вектор вероятностей состояний.
10. Матрица переходных вероятностей за t -тактов времени для неоднородных и однородных цепей Маркова.

11. Вероятность первого возвращения объекта в исходное состояние через t -тактов времени. Вероятность первого достижения состояния « m » объектом, вышедшим из состояния « l ».
12. Свойства поглощающих цепей Маркова.
13. Свойства цепей Маркова, содержащих множество невозвратных состояний и замкнутое поглощающее множество возвратных состояний.
14. Непрерывные цепи Маркова. Система уравнений Колмогорова.
15. Решение задачи Коши для системы уравнений Колмогорова в случае неоднородной цепи Маркова, свойства решения.
16. Решение задачи Коши для системы уравнений Колмогорова в случае однородной цепи Маркова, свойства решения.
17. Предельные вероятности состояний и их моделирование.
18. Модели марковских СМО.
19. Линейное преобразование случайного процесса и его характеристика.
20. Преобразование непрерывного случайного процесса оператором свертки, его характеристики, свойства, условия стационарности.
21. Преобразование дискретного случайного процесса оператором свертки, его характеристики, свойства, условия стационарности.
22. Формирующий фильтр (непрерывный случай).
23. Формирующий фильтр (дискретный случай).
24. Интеграл от винеровского процесса, по винеровскому процессу, свойства.
25. Стохастические интегралы Ито и Стратоновича, связь между ними, характеристиками.
26. Стохастические дифференциал в форме Ито и Стратоновича.
27. Правило дифференцирования Ито.

6 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

6.1 Основная литература

1. Волков, И.К. Случайные процессы: учеб. для вузов / И.К. Волков, С.М. Зуев, Г.М. Цветкова; под ред. В.С. Зарубина, А.П. Крищенко.- 3-е изд., испр. - М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003, 2006. - 448 с.
2. Соколов, Г. А. Теория случайных процессов для экономистов [Электронный ресурс]: учебное пособие / Г. А. Соколов. – М.: Физматлит, 2010. – 208 с. - ISBN: 978-5-9221-1100-3 Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view&book_id=69334
3. Булинский, А. В. Теория случайных процессов [Электронный ресурс]: учебное пособие / А. В. Булинский, А. Н.Ширяев. – М.: Физматлит, 2005. – 403 с. – ISBN: 978-5-9221-0335-0 Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=68121
4. Черемных, Ю. Н. Количественные методы в экономических исследованиях [Электронный ресурс]: учебник / Ю. Н. Черемных, А. А. Любкин, Я. А. Рощина, В. Ф. Пахомов, Б. Э. Слепак. – М.: Юнити-Дана, 2015. – 687 с. - ISBN: 978-5-238-02331-1 Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view&book_id=119441
5. Самусевич, Г. А. Основы теории массового обслуживания практикум [Электронный ресурс]: учебная литература для ВУЗов / Г. А. Самусевич. – Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2014. – 45 с. - ISBN: 978-5-321-02374-7 Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view&book_id=276464
6. Миллер, Б. М. Теория случайных процессов в примерах и задачах: [Электронный ресурс]: учебное пособие / Б. М. Миллер, А. Р. Панков. – М.: Физматлит, 2007. – 318 с. – ISBN: 978-5-9221-0206-3 Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=76563

6.2 Дополнительная литература

1. Свешников, А.А. Прикладные методы теории случайных функций: учеб. пособие для вузов / А.А. Свешников.- 3-е изд., стер. - СПб. : Лань, 2011. - 464 с.

2. Чураков, Е.П. Математические методы обработки экспериментальных данных в экономике: учеб. пособие / Е.П. Чураков. - М.: Финансы и статистика, 2004
3. Кузнецов, Д.Ф. Стохастические дифференциальные уравнения: теория и практика численного решения: монография / Д.Ф. Кузнецов. - СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2007. - 778 с.
4. Соловьев, В.И. Стохастические методы в экономике и финансах / В.И. Соловьев. - М.: ГУУ, 2000. - 50с.
5. Ширяев, А.Н. Основы стохастической финансовой математики / А.Н. Ширяев. Т.1, 2. - М.: Фазис, 1998.
6. Дж. Кемени Конечные цепи Маркова / Дж. Кемени, Дж. Снелл - М.: Наука, 1979. - 270с.

6.3 Периодические издания

1. Применение математических методов в экономических исследованиях и планировании : реферативный журнал: вып. свод. тома. - М.: ВИНТИ
2. Обзорение прикладной и промышленной математики: журнал
3. Математическое моделирование: журнал. - М.:АРСМИ
4. Теория вероятностей и ее применение: журнал.

6.4 Интернет-ресурсы

<http://bourabai.ru/cm/smo.htm> - Моделирование систем массового обслуживания (курс лекций к.т.н. К.А. Хайдарова)

http://sernam.ru/book_tp.php - научная библиотека. Вентцель Е.С. Теория вероятностей: Учеб. для вузов.

<http://ermak.cs.nstu.ru/mmsa/main/Proba.htm> Хачатурова С.М. Электронный учебник по дисциплине "Математические модели системного анализа" (<http://ermak.cs.nstu.ru/mmsa/glava5/glava5.htm> - Раздел 5. Основы теории систем массового обслуживания)

<http://modelirovanie2009.narod.ru/> - лекции по моделированию систем

6.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы современных информационных технологий

Лицензионное ПО

Пакет настольных приложений

Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint)

ПО для решения широкого спектра научных и прикладных задач:

MathCad 14 – математический пакет (лицензия ОГУ, выделена на каф. ММиМЭ на 10 ПК)

MathWorks MATLAB R2013b + Fuzzy Logic Toolbox + Wavelet Toolbox

Средства для разработки и проектирования

Microsoft Visual Studio

Rad Studio 5 (конкурентная лицензия на факультет на 20 рабочих станций)

Программные средства, разработанные на кафедре ММиМЭ, зарегистрированные в университетском фонде электронных ресурсов (УФЭР):

Программный комплекс решения задач "Автоматизированный программный комплекс для исследования цепей Маркова и систем массового обслуживания"

Авторы: Пономарев Дмитрий Викторович, Константинов Виталий Николаевич, Яркова Ольга Николаевна

Информационная карточка в УФЭР:

http://ufer.osu.ru/index.php?option=com_uferdbsearch&view=uferdbsearch&action=details&ufer_id=216

Электронный курс лекций "Случайные процессы"

Авторы: Реннер Александр Георгиевич, Яркова Ольга Николаевна, Стебунова Ольга Ивановна

Информационная карточка в УФЭР:

http://ufer.osu.ru/index.php?option=com_uferdbsearch&view=uferdbsearch&action=details&ufer_id=586.

Перечень лицензионного программного обеспечения

1. Операционная система Microsoft Windows
2. Пакет настольных приложений Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint, OneNote, outlook, Publisher, Access)
3. Средства для разработки и проектирования Microsoft Visual Studio
4. Приложение для создания диаграмм Microsoft Visio

Перечень свободно распространяемого программного обеспечения

1. Свободно распространяемый растровый графический редактор GIMP (GNU Image Manipulation Program)
2. Кроссплатформенный, свободно распространяемый офисный пакет с открытым исходным кодом LibreOffice

Профессиональные базы данных

1. SCOPUS [Электронный ресурс] : реферативная база данных / компания Elsevier. – Режим доступа: <https://www.scopus.com/>, в локальной сети ОГУ
2. Springer [Электронный ресурс] : база данных научных книг, журналов, справочных материалов / компания Springer Customer Service Center GmbH. – Режим доступа: <https://link.springer.com/>, в локальной сети ОГУ

Информационные справочные системы

1. Законодательство России [Электронный ресурс] : информационно-правовая система. – Режим доступа: <https://pravo.fso.gov.ru/ips/>, в локальной сети ОГУ
2. Консультант Плюс [Электронный ресурс] : справочно-правовая система / Компания Консультант Плюс. – Электрон. дан. – Москва, [1992-2016]. Режим доступа: в локальной сети ОГУ [//fileserv1/!CONSULT/cons.exe](http://fileserv1/!CONSULT/cons.exe)
3. Каталог API (Microsoft) и справочных материалов по Visual Studio [Электронный ресурс]. Информационно-справочная система. – Режим доступа: <https://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/>

ПО для решения широкого спектра научных и прикладных задач:

MathCad 14 – математический пакет (лицензия ОГУ, выделена на каф. ММиМЭ на 10 ПК)

MathWorks MATLAB R2013b + Fuzzy Logic Toolbox + Wavelet Toolbox

Средства для разработки и проектирования Microsoft

Visual Studio

Rad Studio 5 (конкурентная лицензия на факультет на 20 рабочих станций)

7 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Аудитории оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения лабораторных занятий используется компьютерный класс, оснащенный компьютерной техникой с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, с подключением к сети «Интернет», и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины

«Б.1.Б.23 Случайные процессы и основы теории массового обслуживания»

Направление подготовки: 01.03.04 Прикладная математика
код и наименование

Направленность: Применение математических методов к решению инженерных и экономических задач

Год набора 2018

Дополнения и изменения к рабочей программе на 2019/2020 учебный год рассмотрены и утверждены на заседании кафедры

Кафедра математических методов и моделей в экономике
наименование кафедры

протокол № 1 от "28" 08 2019г.

Заведующий кафедрой

Кафедра математических методов и моделей в экономике
наименование кафедр


подпись

А.Г. Реннер
расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий отделом комплектования научной библиотеки


личная подпись

Н.Н. Грицай
расшифровка подписи

Уполномоченный по качеству факультета


личная подпись

Н.А. Тsvetkova
расшифровка подписи

В рабочую программу вносятся следующие дополнения и изменения:

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

- ✓ 1. Сапронов И. В. Прикладная математика. Задача коммивояжера. Системы массового обслуживания: Учебное пособие / Сапронов И.В., Веневитина С.С., Зенина В.В. – Воронеж:ВГЛУ им. Г.Ф. Морозова, 2014. – 47 с. – Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=858465>