

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет компьютерных технологий и прикладной математики

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор _____ Хагуров Т.А.
05 2020 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
Б1.В.ДВ.01.02 «ВЕРОЯТНОСТНЫЕ МОДЕЛИ КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЕЙ»

Направление

подготовки/специальность 02.04.02 Фундаментальная информатика и
информационные технологии

Направленность (профиль) / специализация _____

Интеллектуальные системы и технологии

Форма обучения _____ очная _____

Квалификация _____ магистр _____

Краснодар
2020

Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.01.02 «ВЕРОЯТНОСТНЫЕ МОДЕЛИ КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЕЙ» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 02.04.02 – Фундаментальная информатика и информационные технологии.

Программу составил(и):

Е.Е. Полупанова, доцент кафедры вычислительных технологий,
кандидат технических наук

Пашенцева В.В, ст. преподаватель кафедры вычислительных технологий

Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.01.02 «ВЕРОЯТНОСТНЫЕ МОДЕЛИ КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЕЙ» утверждена на заседании кафедры Вычислительных Технологий протокол № 8 «15» мая 2020 г.

Заведующий кафедрой (разработчика) Вишняков Ю.М.

фамилия, инициалы

подпись

Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.01.02 «ВЕРОЯТНОСТНЫЕ МОДЕЛИ КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЕЙ» обсуждена на заседании кафедры вычислительных технологий протокол № 8 «15» мая 2020 г.

Заведующий кафедрой (выпускающей) Вишняков Ю.М.

фамилия, инициалы

подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета компьютерных технологий и прикладной математики протокол № 2 «22» мая 2020 г.

Председатель УМК факультета Коваленко А.В.

фамилия, инициалы

подпись

Рецензенты:

Схаляхо Ч.А., доцент КВВУ им. С.М. Штеменко, кандидат физико-математических наук, доцент

Гаркуша О.В. доцент КИТ ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет», кандидат физико-математических наук, доцент

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель освоения дисциплины

Целью дисциплины «Вероятностные модели компьютерных сетей» является изучение методов анализа вычислительных процессов, структур, систем и сетей, использующих аппарат теории вероятностей и математической статистики; методики разработки математических и компьютерных моделей вычислительных процессов, методов планирования имитационных экспериментов и обработки результатов, а также формирование представления о работе с современными инструментальными системами моделирования.

1.2 Задачи дисциплины

В результате освоения дисциплины студент должен овладеть компетенциями.

УК–4: Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия.

ПК–3: Способен эффективно применять алгоритмические и программные решения в области информационных технологий, а также участвовать в их проектировании и разработке.

В результате освоения компетенции:

Студент должен **знать** основы теории массового обслуживания, теории восстановления, марковских и полумарковских процессов; **уметь** применять вероятностные и статистические методы, алгоритмы и программные средства для анализа производительности и надежности вычислительных систем и сетей; **владеть** теоретическими основами математического и компьютерного моделирования информационно-вычислительных систем.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Вероятностные модели компьютерных сетей» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Б1.В.ДВ.01 Блока Б1. Для изучения дисциплины необходимо знание курсов теории вероятностей и математической статистики, дискретной математики, архитектуры вычислительных систем, основ программирования, курса параллельных и распределенных алгоритмов. Знания, получаемые при изучении курса, используются при изучении программистских дисциплин учебного плана магистратуры.

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

2 Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся универсальных/ общепрофессиональных/ профессиональных компетенций (УК/ОПК/ПК)

3

№ п.п.	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		
		знает	умеет	владеет
1	УК–4: Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	Знать грамматику и стили устной и письменной речи естественного языка в современных коммуникативных технологиях для академического и профессионального взаимодействия	Уметь применять знания грамматики и стили устной и письменной речи естественного языка в современных коммуникативных технологиях для академического и профессионального взаимодействия	владеть навыками осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах)
2	ПК–3: Способен эффективно применять алгоритмические и программные решения в области информационных технологий, а также участвовать в их проектировании и разработке. В результате освоения компетенции	способы эффективно применять алгоритмические и программные решения в области информационных технологий, а также участвовать в их проектировании и разработке	Применять способы эффективно применять алгоритмические и программные решения в области информационных технологий, а также участвовать в их проектировании и разработке	способами эффективно применять алгоритмические и программные решения в области информационных технологий, а также участвовать в их проектировании и разработке

2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 5 зач.ед. (180 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице (для студентов ОФО)

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры (часы)
			2
Контактная работа в том числе:		56.3	56.3
Аудиторные занятия (всего):		56	56
В том числе:			
Занятия лекционного типа		28	28
Занятия семинарского типа (семинары, практ. занятия)			
Лабораторные занятия		28	28
Иная контрольная работа			
Контроль самостоятельной работы			
Промежуточная аттестация (ИКР)		0.3	0.3
Самостоятельная работа (всего)		88	88
В том числе:			
Курсовая работа			
Проработка учебного (теоретического) материала		18	18
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)		40	40
Реферат		26	26
Подготовка к текущему контролю		4	4
Контроль:		экзамен	экзамен
Подготовка к экзамену:		35,7	35,7
Общая трудоемкость	час.	180	180
	в том числе контактная работа	56.3	56.3
	зач. ед	5	50

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.
Разделы дисциплины, изучаемые в семестре 2 (очная форма)

№	Наименование разделов	Количество часов				
			Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	КРС	ЛР	СРС
1	2	3	4	5	6	7
1	Вероятностные модели программ	30	5		5	20
2	Анализ производительности компьютеров и сетей с помощью моделей теории массового обслуживания (очереди)	38	6		4	28
3	Модели надежности компьютерных систем и сетей	22	5		5	12

4	Методы имитационного моделирования и имитационное моделирование вычислительных процессов	31	6		7	18
5	Вероятностные оценки ошибок при вычислениях в машинной арифметике	23	6		7	10
6	Подготовка к экзамену	35,7				
7	ИКР	0,3				
	Итого:	180	28		28	88

Примечание: Л – лекции, КСР – контрольные и самостоятельные работы, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

2.3 Содержание разделов дисциплины

2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля	Разработано с участием представителей работодателей
1	2	3	4	
1	Вероятностные модели программ	Время исполнения команды процессором. Зависимость времени от вида операции и режима адресации.	ЛР	
		Время исполнения команды как случайная величина (с.в.). Время исполнения программы как с.в., зависящая от времен исполнения команд и состава команд в программе. Время выполнения программы как случайная величина, зависящая от случайных исходных данных. Математическое ожидание времени сортировки случайного массива чисел для различных алгоритмов сортировки. Примеры вероятностного анализа сложности других алгоритмов.		

2	Анализ производительности и компьютеров и сетей с помощью моделей теории массового обслуживания (очередей)	Компьютер как сервер. Характеристики случайного времени обслуживания. Распределение вероятностей времени обслуживания. Задания (запросы) как заявки в системе обслуживания. Интервалы времени между поступлениями заданий как случайные величины. Потоки заявок. Поток Пальма. Пуассоновский поток. Суперпозиция потоков. Предельная теорема. Причины образования очередей заявок. Классификация систем массового обслуживания. Дисциплины обслуживания. Дисциплина FIFO. Система М/М/1. Марковский процесс как математическая модель системы. Основные характеристики СМО: среднее время ожидания, время пребывания в системе, вероятность обслуживания без ожидания. Распределение времени ожидания для СМОМ/М/1. Системы М/Г/1 и ГИ/М/1. Полумарковские процессы. Вероятностные характеристики времени ожидания. Система ГИ/Г/1. Интегральное уравнение Линдли для распределения времени ожидания. Решение уравнения в комплексной плоскости с использованием преобразования Лапласа. Приближенные соотношения для моментов распределения времени ожидания. Система М/М/п. Методы анализа характеристик. Система ГИ/Г/п. Система интегральных уравнений Кифера-Волфовица. Системы массового обслуживания с	ЛР	
---	---	---	----	--

		приоритетами. Замкнутые СМО. Модели работы процессора в режиме с разделением времени. Дисциплина Round-Robin. Передача сообщений в компьютерных сетях. Графовые модели компьютерных сетей. Маршрутизация сообщений. Ожидание в компьютерных сетях. Модели сетей массового обслуживания и их вероятностный анализ. Сети ad hoc. Случайные графы как модели мобильных сетей. Вероятность связности сети. Время передачи сообщения по маршруту в случайном графе.		
3	Модели надежности компьютерных систем и сетей	Теория восстановления. Вероятностные распределения надежности элементов компьютерной системы. Вероятность отказа. Время безотказной работы. Надежность при последовательном соединении элементов. Надежность при параллельном соединении элементов. Горячий резерв. Холодный резерв. Вероятность отказа системы, построенной из ненадежных элементов. Надежная система из ненадежных элементов. Надежность передачи сообщения между двумя узлами компьютерной сети в условиях ненадежности линий связи и ненадежности узлов.	ЛР	
4	Методы имитационного моделирования и имитационное моделирование вычислительных процессов	Технологии решения больших задач. Сложные (большие) системы и модели. Метод Монте-Карло. Генерация псевдослучайных чисел с заданным распределением вероятностей. Метод имитационного моделирования. Событийно-ориентированное и процессно-ориентированное моделирование. Алгоритмическое исследование модели. Основной имитационный алгоритм.	ЛР	
5	Вероятностные оценки ошибок при вычислениях в машинной арифметике	Особенности машинной арифметики с плавающей точкой при конечной разрядной сетке. Эффекты массовости. Вероятностные оценки сложения большого количества чисел с плавающей точкой. Ожидаемая ошибка. Вычисления с гарантированной точностью. Интервальная арифметика. Примеры исследования различных вычислительных процессов.	ЛР	

2.3.2 Лабораторные занятия

№ работы	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ
1	1	Анализ времени исполнения случайной программы
2	1	Вероятностное описание случайных исходных данных
3	1	Анализ средней сложности алгоритма сортировки
4	2	Математическое описание потоков заявок.
5	2	Характеристики системы М/М/1
6	2	Характеристики системы GI/G/1
7	2	Анализ очередей в сетях
8	3	Распределения вероятностей безотказной работы отдельных элементов компьютерной системы
9	3	Надежность последовательного соединения элементов
10	3	Надежность параллельного соединения элементов
11	3	Надежность компьютерной сети
12	4	Генерация псевдослучайных чисел
13	4	Имитационные модели узлов компьютера
14	4	Имитационные модели компьютерных сетей
15	4	Обработка результатов имитационных экспериментов
16	5	Ошибки массового суммирования чисел
17	5	Ошибки решения систем линейных уравнений

2.3.3 Примерная тематика курсовых работ(проектов)

По курсу не предполагается.

2.3.4 Расчетно-графические задания

По курсу не предполагается расчетно-графическое задание.

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1	Индивидуальное задание	Стандарты оформления исходного кода программ и современные интегрированные среды разработки программного обеспечения: учеб.-метод. пособие/ Ю.В.Кольцов [и др.]. – Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2015. – 111 с., утвержденные кафедрой информационных технологий, протокол № 7 от 9.04.2015.

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Семестр	Вид занятия (Л, ПР, ЛР)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
2	Л	Компьютерные презентации и обсуждение	28
	ЛР	Разбор конкретных ситуаций (задач), тренинги по решению задач, компьютерные симуляции (программирование алгоритмов)	28
Итого:			56

4. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля

Фонд оценочных средств дисциплины состоит из средств текущего контроля выполнения заданий, лабораторных работ, средств для промежуточной и итоговой аттестации (экзамен в бсеместре).

Оценка успеваемости осуществляется по результатам:

- выполнения лабораторных работ;
- оценки, выставляемой при сдаче индивидуальных расчетно-графических заданий;
- оценок коллоквиума;
- ответа на экзамене (для выявления знания и понимания теоретического материала дисциплины).

4.2 Перечень вопросов к коллоквиуму

1. Потоки заявок. Математическое описание. Ординарные потоки.
2. Поток Пальма. Распределение Эрланга.
3. Пуассоновский поток.
4. Суперпозиция потоков. Предельная теорема.
5. Распределение вероятностей времени обслуживания.
6. Причины образования очередей заявок. Формула Литтла.
7. Классификация систем массового обслуживания.
8. Дисциплина FIFO. Дисциплина LIFO.
9. Система М/М/1. Основные характеристики СМО: среднее время ожидания, время пребывания в системе, вероятность обслуживания без ожидания.
10. Распределение времени ожидания для СМО М/М/1.
11. Система GI/M/1. Вероятностные характеристики времени ожидания.
12. Система GI/G/1. Рекуррентные соотношения для случайных величин.
13. Интегральное уравнение Линдли для распределения времени ожидания.
14. Характеристические функции.
15. Решение уравнения Линдли в комплексной плоскости с использованием преобразования Лапласа.
16. Приближенные соотношения для моментов распределения времени ожидания.
17. Система М/М/n. Методы анализа характеристик.
18. Система GI/G/n. Система уравнений Кифера-Волфовица.
19. Системы массового обслуживания с приоритетами.
20. Замкнутые СМО.
21. Модели работы процессора в режиме с разделением времени.
22. Дисциплина Round-Robin работы процессора.

4.3 Пример типового задания на анализ компьютерной системы

Разработать: Программу анализа характеристик производительности компьютерной системы с заданной архитектурой.

Разработанная программа должна удовлетворять следующим требованиям:

- 1) обеспечивать ввод исходных данных;
- 2) поддерживать интерактивное редактирование;
- 3) работать с описаниями структуры вычислительной системы;
- 4) производить имитационное моделирование.

Отчет по выполнению РГЗ должен содержать:

- постановку задачи;
- краткое описание разработанного алгоритма;
- текст разработанной программы на языке моделирования;
- тестовые примеры и результаты тестирования программы;
- список использованной литературы.

4.4 Перечень вопросов к экзамену

1. Время исполнения команды процессором. Зависимость времени от вида операции и режима адресации. Время исполнения команды как случайная величина (с.в.)
2. Время выполнения программы как случайная величина, зависящая от случайных исходных данных. Основные характеристики.
3. Математическое ожидание времени сортировки случайного массива чисел для различных алгоритмов сортировки.
4. Поток заявок. Поток Пальма. Пуассоновский поток.
5. Суперпозиция потоков. Предельная теорема.
6. Распределение вероятностей времени обслуживания. Причины образования очередей заявок.
7. Классификация систем массового обслуживания. Дисциплина FIFO.
8. Система М/М/1. Основные характеристики СМО: среднее время ожидания, время пребывания в системе, вероятность обслуживания без ожидания.
9. Распределение времени ожидания для СМО М/М/1.
10. Система GI/M/1. Вероятностные характеристики времени ожидания.
11. Система GI/G/1. Интегральное уравнение Линдли для распределения времени ожидания.
12. Решение уравнения Линдли в комплексной плоскости с использованием преобразования Лапласа.
13. Приближенные соотношения для моментов распределения времени ожидания.
14. Система М/М/n. Методы анализа характеристик.
15. Система GI/G/n. Система уравнений Кифера-Волфовица.
16. Системы массового обслуживания с приоритетами.
17. Замкнутые СМО.
18. Модели работы процессора в режиме с разделением времени. Дисциплина Round-Robin.
19. Ожидание в компьютерных сетях. Сети ad hoc. Случайные графы. Вероятность связности сети.
20. Время передачи сообщения по маршруту в случайном графе.
21. Теория восстановления. Вероятностные распределения надежности элементов компьютерной системы. Вероятность отказа. Время безотказной работы.
22. Надежность при последовательном соединении элементов.
23. Надежность при параллельном соединении элементов.
24. Горячий резерв. Холодный резерв.
25. Вероятность отказа системы, построенной из ненадежных элементов.

26. Надежная система из ненадежных элементов.
27. Надежность передачи сообщения между двумя узлами компьютерной сети в условиях ненадежности линий связи и ненадежности узлов.
28. Технологии решения больших задач. Сложные (большие) системы и модели. Метод Монте-Карло. Генерация псевдослучайных чисел.
29. Метод имитационного моделирования. Событийно-ориентированное и процессно-ориентированное моделирование.
30. Алгоритмическое исследование модели. Основной имитационный алгоритм. Модель получения информации.
31. Имитационное моделирование распределенной ИС, построенной на ad hoc сети. Описание распределенной информационной системы.
32. Условия моделирования и информационные процедуры. Результаты моделирования.
33. Особенности машинной арифметики с плавающей точкой при конечной разрядной сетке. Стандарты представления чисел. Неассоциативность операции сложения.
34. Распределение вероятностей ошибки округления. Распределение вероятностей ошибки одиночной операции.
35. Эффекты массовости. Вероятностные оценки сложения большого количества чисел с плавающей точкой. Ожидаемая ошибка.
36. Вычисления с гарантированной точностью. Интервальная арифметика. Примеры исследования различных вычислительных процессов.

4.5 Критерии оценивания к экзамену

- 84-100 баллов (оценка «отлично») - изложенный материал фактически верен, наличие глубоких исчерпывающих знаний в объеме пройденной программы дисциплины в соответствии с поставленными программой курса целями и задачами обучения; правильные, уверенные действия по применению полученных знаний на практике, грамотное и логически стройное изложение материала при ответе, усвоение основной и знакомство с дополнительной литературой; Практические задания выполнены в срок и в полном объеме.

- 67-83 баллов (оценка «хорошо») - наличие твердых и достаточно полных знаний в объеме пройденной программы дисциплины в соответствии с целями обучения, правильные действия по применению знаний на практике, четкое изложение материала, допускаются отдельные логические и стилистические погрешности. Практические задания выполнены в срок в объеме не менее 80%.

- 50-66 баллов (оценка удовлетворительно) - наличие твердых знаний в объеме пройденного курса в соответствии с целями обучения, изложение ответов с отдельными ошибками, уверенно исправленными после дополнительных вопросов; правильные в целом действия по применению знаний на практике; Практические задания выполнены в объеме не менее 60%.

- 0-49 баллов (оценка неудовлетворительно) - ответы не связаны с вопросами, наличие грубых ошибок в ответе, непонимание сущности излагаемого вопроса, неумение применять знания на практике, неуверенность и неточность ответов на дополнительные и наводящие вопросы». Практические задания выполнены в объеме менее 50%.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в

формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

5. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Основная литература

1. Свешников А.А. Прикладные методы теории вероятностей. – СПб: «Лань», 2012, 480 с. [Электронный ресурс]. - URL: <https://e.lanbook.com/book/3184#authors>
2. Королев Л.Н., Миков А.И. Информатика. Введение в компьютерные науки. Учебник для вузов. – М.: ООО Абрис, 2013. (112 экз. в библиотеке КубГУ).
3. Топорков В. В. Модели распределенных вычислений. М.: Физматлит, 2011. - 162 с. [Электронный ресурс]. URL: <https://e.lanbook.com/book/2339#authors>.
4. Миков А.И. Распределенные компьютерные системы и алгоритмы. Учебное пособие. – Краснодар. Изд-во КубГУ, 2009. (37 экз. в библиотеке КубГУ).

5.2. Дополнительная литература

1. Гинис, Л.А. Моделирование сложных систем: когнитивный теоретико-множественный подход : монография / Л.А. Гинис, Л.В. Гордиенко ; Министерство образования и науки РФ, Южный федеральный университет. - Ростов-на-Дону ; Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2016. - 159 с. : схем., ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-9275-2193-7 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=493051>
2. Голубева Н. В. Математическое моделирование систем и процессов. Учебное пособие/ СПб. : Лань, 2016. - 192 с. [Электронный ресурс]- URL: <https://e.lanbook.com/book/76825#authors>
3. Кравченко, П.П. Моделирование вычислительных систем обработки запросов на языке GPSS WORLD: учебное пособие по курсу "Архитектура вычислительных систем" / П.П. Кравченко, Е.В. Стулин, Н.Ш. Хусаинов ; Министерство образования и науки РФ, Южный федеральный университет, Инженерно-технологическая академия. - Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2016. - 84 с. [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=493201>

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

По курсу предусмотрено проведение лекционных занятий, на которых дается основной систематизированный материал для получения теоретических сведений, для выполнения лабораторных работ и подготовки к экзамену.

Важнейшим этапом курса является самостоятельная работа по дисциплине с использованием указанных литературных источников и методических указаний автора курса.

Виды и формы СР, сроки выполнения, формы контроля приведены выше в данном документе.

Для лучшего освоения дисциплины при защите ЛР студент должен ответить на несколько вопросов из лекционной части курса.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями

здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

7. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине(модулю)

7.1 Перечень информационных технологий.

- Проверка домашних заданий и консультирование посредством электронной почты.
- Использование электронных презентаций при проведении лекций и практических занятий.

7.2 Перечень необходимого программного обеспечения

1. Microsoft Windows
2. Microsoft Office Professional Plus
3. Kaspersky Security
4. GPSS.
5. MS .NETFramework.

7.3 Перечень информационных справочных систем:

1. Электронный каталог Научной библиотеки КубГУ (<http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/Web>).
2. Электронная библиотечная система "Университетская библиотека ONLINE" (www.biblioclub.ru).
3. Электронная библиотечная система издательства "Лань" (<https://e.lanbook.com>).
4. Электронная библиотечная система "Юрайт" (<http://www.biblio-online.ru>).

8. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Лекционная аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и соответствующим программным обеспечением (ПО) PowerPoint. ауд. 129, 131, А305.
2.	Лабораторные занятия	Лаборатория, укомплектованная специализированными техническими средствами обучения – компьютерный класс, с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета. (лаб. 102-106.).
3.	Групповые (индивидуальные) консультации	Аудитория, (кабинет) – компьютерный класс
4.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитория, приспособленная для письменного ответа при промежуточной аттестации.

5.	Самостоятельная работа, контрольная работа	Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.
----	--	--