



1920

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

филиал Федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования

«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

в г. Новороссийске

Кафедра информатики и математики

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по работе с филиалами
ФГБОУ ВО «Кубанский
государственный университет»
А.А. Евдокимов



мая 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**Б1.В.ДВ.04.01 МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ АНАЛИЗА
ЭКОНОМИЧЕСКИХ СУБЪЕКТОВ**

Направление

подготовки/специальность 01.03.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль)/специализация

Математическое и информационное обеспечение экономической
деятельности

Форма обучения очная

Квалификация Бакалавр

Краснодар 2022

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования № 9 от 10.01.2018 по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика

Программу составил(и):

Дьяченко С.В., канд.физ.мат. наук, доцент, доцент кафедры информатики и математики



Рзун И.Г., канд.физ.мат.наук, доцент, доцент кафедры информатики и математики



Маслова Е.Ю. преподаватель кафедры информатики и математики



Рабочая программа дисциплины у т в е р ж д е н а на заседании кафедры информатики и математики протокол №10 от 19.05.2022

Заведующий кафедрой канд.физ.мат.наук, доцент, И.Г.Рзун



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии филиала протокол № 9 «19» мая 2022 г.

Председатель УМК Дьяченко С.В., канд. физ.мат.наук, доцент, доцент



кафедры информатики и математики

Рецензенты:

1. О.В.Ковалёва – директор ООО «Форкода»
2. М.К.Кунина - директор по развитию ООО «АЙТИ БИЗНЕС ЮГ»

Содержание рабочей программы дисциплины

1 Цели и задачи изучения дисциплины.	4
1.1 Цель освоения дисциплины	4
1.2 Задачи дисциплины.	4
1.3 Место дисциплины в структуре образовательной программы	5
1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.	
2. Структура и содержание дисциплины.	7
2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ.	7
2.2 Структура дисциплины	7
2.3 Содержание разделов дисциплины	8
2.3.1 Занятия лекционного типа.	9
2.3.2 Занятия семинарского типа.	9
2.3.3 Лабораторные занятия.	9
2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)	11
3. Образовательные технологии.	18
4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.	19
4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля.	19
4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.	19
4.3 Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания	30
5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля).	34
5.1 Основная литература	34
5.2 Дополнительная литература	
5.3. Периодические издания:	34
6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля).	34
7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).	35
8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю).	38
8.1 Перечень информационных технологий.	38
8.2 Перечень необходимого программного обеспечения.	38
8.3 Перечень информационных справочных систем	38
9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).	38

1 Цели и задачи изучения дисциплины.

1.1 Цель освоения дисциплины.

Целью освоения дисциплины является изучение математических основ систем массового обслуживания, их разновидностей, оценки характеристик функционирования. В результате изучения дисциплины у студентов должны сформироваться знания, навыки и умения, позволяющие самостоятельно проводить теоретический анализ процессов в телекоммуникационных сетях (с коммутацией каналов и с коммутацией пакетов), в частности, должно сформироваться умение расчета таких характеристик как пропускная способность сетевого элемента, среднее время задержки обработки трафика в сетевом элементе, вероятность блокировки и т.п.

Предметом «Математические модели анализа экономических субъектов» является установление зависимостей между характером потока заявок, числом каналов обслуживания, производительностью отдельного канала и эффективным обслуживанием с целью нахождения наилучших путей управления этими процессами. Задача теории массового обслуживания - установить зависимость результирующих показателей работы системы массового обслуживания (вероятности того, что заявка будет обслужена; математического ожидания числа обслуженных заявок и т.д.) от входных показателей (количества каналов в системе, параметров входящего потока заявок и т.д.).

1.2 Задачи дисциплины.

Задачами дисциплины является приобретение студентами основных знаний и навыков по использованию понятий, моделей и методов ТМО для описания, анализа, прогнозирования и оптимизации функционирования широких классов прикладных систем, а также формирование у студентов представлений о современных подходах к построению вычислительных сетей, а также систем управления и обработки информации. Основные компетенции, приобретаемые в результате освоения дисциплины:

- способность к творчеству и порождению инновационных идей;
- способность использовать современные математические методы и современную вычислительную технику;
- способность к постановке целей исследования, выбору оптимальных путей и методов их достижения;
- способность использовать профессиональные знания в области информационных технологий, современных компьютерных сетей, программных продуктов.

1.3 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в блок Б1.В.ДВ.04.01. Общая трудоёмкость дисциплины 2 зачетные единицы.

В результате изучения дисциплины у студентов должны сформироваться знания, навыки и умения, позволяющие самостоятельно проводить теоретический анализ процессов в телекоммуникационных сетях (с коммутацией каналов и с коммутацией пакетов), в частности, должно сформироваться умение расчета таких характеристик как пропускная способность сетевого элемента, среднее время задержки обработки трафика в сетевом элементе, вероятность блокировки и т.п.

Теоретической базой дисциплины являются основные положения дисциплин базовой части математического и естественно-научного цикла: математики, теории вероятностей и математической статистики.

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

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся общепрофессиональных и профессиональных компетенций: ПК-1; ПК-3

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1	ПК-1	Способен решать актуальные и значимые задачи прикладной математики и информатики	современный уровень развития прикладной математики и информационных технологий; источники данных о современных научных исследованиях.	проводить научные исследования с использованием новейших математических и информационных достижений, собирать, обрабатывать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным, профессиональным проблемам, использовать современные достижения в своей профессиональной деятельности, изучать новые научные результаты, научную литературу и научно-исследовательские проекты в соответствии с профилем объекта профессиональной деятельности,	информацией о перспективах развития современных математических теорий и информационных технологий, навыками участия в работе научных семинаров, научно-тематических конференций, симпозиумов; навыками подготовки научных и научно-технических публикаций.

№ п.п.	Индекс компет енции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
				исследовать и разрабатывать математические модели, алгоритмы, методы, программное обеспечение, инструментальные средства по тематике проводимых научно-исследовательских проектов, составлять научные обзоры, рефераты и библиографии по тематике проводимых исследований.	
2.	ПК-3	Способен ориентироваться в современных алгоритмах компьютерной математики; обладать способностями к эффективному применению и реализации математически сложных алгоритмов	разнообразие направлений развития своего профессионализма и мастерства; перспективы использования приобретенных компетенций в различных отраслях производства и научной деятельности	ориентироваться на рынке спроса трудовых услуг по приобретенной профессии; пользоваться различными источниками для получения новых знаний и умений в профессиональной деятельности.	навыками самообразования и повышения мастерства в профессиональной сфере.

2. Структура и содержание дисциплины.

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зач.ед. (72 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры (часы)
			8
Контактная работа, в том числе:		44,2	44,2
Аудиторные занятия (всего):		42	42
Занятия лекционного типа			
Лабораторные занятия		42	42
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)			
Иная контактная работа:			
Контроль самостоятельной работы (КСР)		2	2
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,2	0,2
Самостоятельная работа, в том числе:		27,8	27,8
Курсовая работа			
Проработка учебного (теоретического) материала		14	14
Выполнение индивидуальных заданий		13,8	13,8
Реферат			
Подготовка к текущему контролю			
Контроль: зачет			
Подготовка к зачету			
Общая трудоемкость	час.	72	72
	в том числе контактная работа	44,2	44,2
	зач. ед	2	2

Курсовые не предусмотрены.

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы дисциплины, изучаемые в 8 семестре (очная форма)

Таблица 3

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов						
		Всего	Контактная работа				Контроль	Самостоятельная работа
			Л	ЛР	КСР	ИКР		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Базовые понятия систем массового обслуживания, имитационное моделирование	12		8				4

№ разд ела	Наименование разделов	Количество часов						
		Всего	Контактная работа				Контр оль	Самост оательн ая работа
			Л	ЛР	КСР	ИК Р		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	процессов.							
2	Потоки событий. Основные определения.	14		8				6
3	Анализ систем массового обслуживания. Классификация систем..	12		8				4
4	Имитационное моделирование СМО в математических пакетах	16		8	2			6
5	Системы обслуживания, зависящие от состояний.	17,8		10				7,8
	Итого по дисциплине :	71,8		42	2			27,8
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2				0,2		
	<i>Контроль</i>							
	<i>Всего:</i>	72		42	2	0,2		27,8

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

2.3 Содержание разделов дисциплины:

Таблица 4.

№ раздела	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
Раздел 1	Базовые понятия систем массового обслуживания, имитационное моделирование процессов.	Введение в СМО. Виды, параметры, предельные характеристики. Основные понятия, применяемые при имитационном моделировании. Моделирующий алгоритм, способы задания (описания). Имитация и случайные величины, проверка статистических гипотез. Законы распределения случайных величин при имитационном моделировании систем и процессов (объектов). Применение имитационного моделирования, особенности и возможности имитационного подхода.	реферат

Раздел 2	Анализ систем массового обслуживания. Классификация систем..	Одноканальные СМО, многоканальные СМО. Разновидности СМО, подходы к решению задач. Статистическое моделирование объектов (метод Монте-Карло). Генераторы случайных чисел, примеры построения для непрерывных и дискретных случайных величин. Предельные характеристики СМО.	Тест задачи
Раздел 3	Потоки событий. Основные определения.	Входящий поток в СМО. Простейший входящий поток по Хинчину: стационарность, ординарность, отсутствие последствия. Рекуррентные входящие потоки. Входящие потоки с ограниченным последствием. Теоремы об эквивалентности различных определений простейшего потока. Предельные теоремы о входящем потоке. Суперпозиция входящих потоков.	тест задачи
Раздел 4	Имитационное моделирование СМО в математических пакетах	Технология имитационного моделирования в математических пакетах. Анализ результатов имитации, графическое представление. Примеры имитационных экспериментов в среде в Maple (демо версия)	тест задачи
Раздел 5	Системы обслуживания, зависящие от состояний.	СМО типа $M G 1$ и $GI M 1$. Метод введения дополнительной переменной. Система интегро-дифференциальных уравнений. Формула Поллячека-Хинчина.	тест задачи

2.3.1 Занятия лекционного типа.

Лекционные занятия не предусмотрены.

2.3.2 Занятия семинарского (практического) типа.

Занятия семинарского (практического) типа не предусмотрены

2.3.3 Лабораторные занятия.

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Тематика лабораторных работ	Форма текущего контроля

1.	Базовые понятия систем массового обслуживания, имитационное моделирование процессов.	– Моделирование-понятие, назначение. – Процесс моделирования. – Цель моделирования. – Моделирование и научный эксперимент. – Адекватность и точность моделей. – Функции моделей. Классификация моделей. – Имитационное моделирование	лабораторная
2.	Анализ систем массового обслуживания. Классификация систем..	– Задачи массового обслуживания. – Классификация СМО. – Марковские системы массового обслуживания – Основные понятия теории массового обслуживания – Одноканальная СМО с отказами – Многоканальная СМО с отказами – Одноканальная СМО с ожиданием – Одноканальная СМО с ограниченной очередью – Многоканальная СМО с неограниченной очередью – Многоканальная СМО с ограниченной очередью – Многоканальная с ожиданием	лабораторная
3.	Потоки событий. Основные определения.	7. . Одноканальная СМО с отказами 8. Многоканальная СМО с отказами 9. Одноканальная СМО с ожиданием 10. Одноканальная СМО с ограниченной очередью 11. Многоканальная СМО с неограниченной очередью 12. Многоканальная СМО с ограниченной очередью 13. Многоканальная с ожиданием 14. Нахождение предельных характеристик	лабораторная
4.	Имитационное моделирование СМО в математических пакетах	1. Системы массового обслуживания с экспоненциальными каналами обслуживания - Графический интерфейс пользователя. 2. Алгоритмы реализации задач. 3. Системы массового обслуживания с экспоненциальными каналами обслуживания.	лабораторная
5.	Системы обслуживания, зависящие от состояний.	- Общая форма стационарного потока без последствий. Время обслуживания . - СМО с потерями	лабораторная

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

При изучении дисциплины «Правовые основы прикладной информатики» обязательными являются следующие формы самостоятельной работы:

- разбор теоретического материала по пособиям;
- самостоятельное изучение указанных теоретических вопросов;
- решение задач по темам занятий;
- выполнение домашней контрольной работы;
- подготовка к зачету или экзамену

Перечень тем домашнего творческого задания (реферат)

1. Функции моделей. Классификация моделей.
2. Компьютерное моделирование.
3. Основные этапы создания имитационной модели.
4. Моделирование спроса. Имитационная модель «Управление запасами».
5. Задачи массового обслуживания.
6. Имитационная модель «АЗС».
7. Метод Монте-Карло.
8. Связь СИМ с теорией массового обслуживания.
9. Автоматизация процесса статистического имитационного моделирования.
10. Метод экспериментальной оптимизации.
11. Управленческие имитационные игры.
12. Основы программирования в Maple
13. Марковские системы массового обслуживания в Maple.
14. Одноканальная СМО (с отказами) с пуассоновским входным потоком и экспоненциальным распределением длительности обслуживания заявок.
15. Одноканальная система массового обслуживания (СМО) с ожиданием.
16. Многоканальная СМО с ожиданием. Модель замкнутой системы массового обслуживания.
17. Основные принципы языка GPSS
18. Историческая справка. Область применения. Основы языка GPSS.
19. Функциональная структура GPSS
20. Форматы операторов GPSS: Блоки, Операторы описания объектов, Управляющие операторы.
21. Блоки динамической категории
22. Блоки копирования, уничтожения, безусловной и условной адресации
23. Системы с разнородными потоками событий. Статистика очередей. Циклическая обработка.
24. Управление потоком сообщений. Системы с накопителями.
25. Программирование для статистической и запоминающей категорий языка
26. Системы массового обслуживания с экспоненциальными каналами обслуживания.
27. Системы массового обслуживания с экспоненциальными каналами и ограниченной очередью.
28. Создание и управление групп транзактов
29. Разработка модели в GPSS.
30. Основы работы в Matlab
31. Пользовательский интерфейс MATLAB.
32. Обычная графика MATLAB.

33. Специальная графика.
34. Операторы и функции. Специальные математические функции.
35. Операции с векторами и матрицами. Матричные операции линейной алгебры. Функции разреженных матриц.
36. Взаимодействие с другими инструментальными приложениями MATLAB.
37. Сравнение сред моделирования: GPSS + MATLAB
38. Сравнение сред моделирования: GPSS + Maple
39. Сравнение сред моделирования: Maple + MATLAB
40. Моделирование многофазных систем массового обслуживания.
41. Моделирование в системе MATLAB.
42. Моделирование многофазных систем массового обслуживания.
43. Моделирование в системе GPSS.

Задачи к домашней контрольной работе.

Карточка №1.

Задачи решаются в любой программной среде.

1. Дежурный по администрации города отвечает на телефонные звонки, которые поступают с интенсивностью 40 в час. Средняя продолжительность разговора равна 2 минуты. Определить среднее число зарегистрированных звонков в течение восьми часов (считая, что звонящий повесит трубку, если телефон занят).

2. Железнодорожную станцию небольшого поселка обслуживает одна касса. В выходные дни интенсивность потока пассажиров составляет 25 человек в час. Кассир затрачивает на обслуживание пассажира в среднем 2 минуты. Определить среднее число пассажиров у кассы и среднее время, затрачиваемое пассажиром на приобретение билета.

3. На автозаправочной станции установлены 2 колонки для выдачи бензина. Около станции находится площадка на 2 автомашины для ожидания заправки. На станцию прибывает в среднем 1 машина в 3 минуты. Среднее время обслуживания 1 машины составляет 2 минуты. Определить характеристики работы автозаправочной станции как объекта СМО.

4. Врач травматического пункта круглосуточно принимает больных, поток которых составляет в среднем 3 человека в час. Первичный прием одного больного длится в среднем 15 минут. Определить, сколько человек ждут приема, и среднее время ожидания.

5. В морской порт для разгрузки к причалу поступает в среднем 10 судов в неделю. Среднее время разгрузки одного судна – 2 суток. Известно, что приходящее судно покидает причал без разгрузки, если в очереди на разгрузку находится более 3 судов. Определить необходимое количество причалов для разгрузки и вероятность того, что судно будет разгружено.

КАРТОЧКА №2

1. Салон-парикмахерская имеет 5 мастеров. В час пик интенсивность потока клиентов равна 6 человек в час. Обслуживание одного клиента длится в среднем 40 минут. Определить среднюю длину очереди, считая ее неограниченной.

2. Заявки на телефонные переговоры в переговорный пункт поступают с интенсивностью 90 заявок в час. Считая среднюю продолжительность разговора равной 3 минутам, определить оптимальное число телефонных номеров, чтобы 90% всех заявок на переговоры были удовлетворены.

3. В ОТК работают шесть контролеров. Среднее число деталей, поступающих на проверку в ОТК в течение часа, равно 50. Среднее время проверки одной детали одним контролером составляет 5 минут. Если в очереди находится более 5 деталей,

поступающая на проверку деталь остается непроверенной. Определить характеристики работы ОТК как объекта СМО.

4. Механическая мастерская завода с тремя постами (каналами) выполняет ремонт малой механизации. Поток неисправных механизмов, прибывающих в мастерскую, - пуассоновский и имеет интенсивность $\lambda = 2,5$ механизма в сутки, среднее время ремонта одного механизма распределено по показательному закону и равно $\bar{t} = 0,5$ сут. Предположим, что другой мастерской на заводе нет, и, значит, очередь механизмов перед мастерской может расти практически неограниченно.

Требуется вычислить следующие предельные значения вероятностных характеристик системы:

- вероятности состояний системы;
- среднее число заявок в очереди на обслуживание;
- среднее число находящихся в системе заявок;
- среднюю продолжительность пребывания заявки в очереди;
- среднюю продолжительность пребывания заявки в системе

5. Специализированный пост диагностики представляет собой одноканальную СМО. Число стоянок для автомобилей, ожидающих проведения диагностики, ограничено и равно 3 $[(N - 1) = 3]$. Если все стоянки заняты, т. е. в очереди уже находится три автомобиля, то очередной автомобиль, прибывший на диагностику, в очередь на обслуживание не становится. Поток автомобилей, прибывающих на диагностику, распределен по закону Пуассона и имеет интенсивность $\lambda = 0,85$ (автомобили в час). Время диагностики автомобиля распределено по показательному закону и в среднем равно 1,05 час.

Требуется определить вероятностные характеристики поста диагностики, работающего в стационарном режиме.

Образцы вопросов для оценки остаточных знаний

1. Какой поток требований называется стационарным? Можно ли считать стационарным поток вызовов на городской телефонной станции в течение суток? Приведите примеры стационарных и нестационарных потоков.
2. Дайте определение ординарного потока заявок. Поток клиентов, входящих в парикмахерскую можно считать ординарным? Приведите примеры ординарных и неординарных потоков.
3. В чем состоит отсутствие последствия потока событий. Можно ли считать поток пассажиров, входящих на станцию метро, потоком без последствия? Приведите примеры потоков без последствия и потоков, имеющих последствия.
4. Дайте определение простейшего потока заявок. Поток пассажиров покидающих станцию метро можно считать простейшим?
5. Перечислите основные элементы системы массового обслуживания (СМО). Приведите примеры СМО с ожиданием и с потерями.
6. Как найти $P_k(t)$ – вероятность того, что за некоторый промежуток времени длительности t поступит k требований простейшего потока? Найдите вероятность того, что за 15 минут в аэропорт придут 3 самолета, если известно, что в аэропорт прибывает пуассоновский поток самолетов, в среднем 2 самолета за 5 минут.
7. На АТС, имеющую 4 линии связи, поступает простейший поток вызовов, интенсивность которого $\lambda = 3$ вызова в минуту. Возможные повторные вызовы также входят в этот поток. Вызов, заставший все линии занятыми, получает отказ. Средняя длительность разговора $\bar{t}_{\text{обс}} = 2 \text{ мин}$. Найти: а) вероятность отказа ($P_{\text{отк.}}$); б)

пропускные способности АТС. (q – относительную пропускную способность и Q – абсолютную пропускную способность).

Таблица – Методическое обеспечение самостоятельной работы.

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1	Проработка учебного (теоретического) материала	1. Основы теории массового обслуживания для экономистов: Учебник/Г.А.Соколов - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015, [Электронный ресурс] - http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=468554, 05.05.2017 2. Компьютерное моделирование. Практикум по имитационному моделированию в среде GPSS World: Уч. пос. / Г.К. Сосновиков, Л.А. Воробейчиков. - М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М, 2015, [Электронный ресурс] - http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=500951, 05.05.2017 3. Моделирование процессов и систем : учебник и практикум для академического бакалавриата / под ред. Е. В. Стельмашонок. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 289 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-04653-3. [Электронный ресурс] - https://www.biblio-online.ru/book/68D5E3CE-5293-4F66-9C33-1F6CF0A2D5F2, 05.05.2017 4. Имитационное моделирование экономических процессов: учебное пособие / Токарев К.Е. - Волгоград:Волгоградский ГАУ, 2015 [Электронный ресурс] - http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=615286, 05.05.2017
2	Выполнение индивидуальных заданий	1. Основы теории массового обслуживания для экономистов: Учебник/Г.А.Соколов - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015, [Электронный ресурс] - http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=468554, 05.05.2017 2. Компьютерное моделирование. Практикум по имитационному моделированию в среде GPSS World: Уч. пос. / Г.К. Сосновиков, Л.А. Воробейчиков. - М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М, 2015, [Электронный ресурс] - http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=500951, 05.05.2017 3. Моделирование процессов и систем : учебник и практикум для академического бакалавриата / под ред. Е. В. Стельмашонок. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 289 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-04653-3. [Электронный ресурс] - https://www.biblio-online.ru/book/68D5E3CE-5293-4F66-9C33-1F6CF0A2D5F2, 05.05.2017 4. Имитационное моделирование экономических процессов: учебное пособие / Токарев К.Е. - Волгоград:Волгоградский ГАУ, 2015 [Электронный ресурс] - http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=615286,

Согласно письма Министерства образования и науки РФ № МОН-25486 от 21.06.2017г «О разработке адаптированных образовательных программ» -Разработка адаптивной программы необходима в случае наличия в образовательной организации хотя бы одного обучающегося с ограниченными возможностями здоровья.

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,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

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,
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии.

С точки зрения применяемых методов используются как традиционные информационно-объяснительные лекции, так и интерактивная подача материала с мультимедийной системой. Компьютерные технологии в данном случае обеспечивают возможность разнопланового отображения алгоритмов и демонстрационного материала. Такое сочетание позволяет оптимально использовать отведенное время и раскрывать логику и содержание дисциплины.

Для более эффективного усвоения дисциплины используются следующие образовательные технологии:

Таблица - Сочетание видов ОД с различными методами ее активизации для очной формы обучения.

Вид занятия	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
Лабораторная работа	Использование средств мультимедиа	10

В процессе проведения занятий применяются интерактивные методы обучения.

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля.

В качестве оценочных средств программой дисциплины предусматривается:

- текущий контроль;
- промежуточная аттестация (экзамен)

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

Тест для проверки знаний.

Тест по оценке знаний

Критерии оценки тестовых заданий:

- оценка «отлично» выставляется студенту, если он корректно выполнил более 90% предлагаемых заданий;
- оценка «хорошо», если выполнено от 70 до 90% тестовых заданий;
- оценка «удовлетворительно», если выполнено от 50 до 70% заданий;
- оценка «неудовлетворительно», если выполнено менее 50% заданий.

1. Установите правильную последовательность блоков схемы СМО:

- 1) каналы обслуживания
- 2) выходящий поток заявок
- 3) входящий поток заявок
- 4) очередь.

2. Под эффективностью функционирования СМО понимают:

- 1) пропускную способность СМО
- 2) качество обслуживания заявок

3. Установите соответствие:

Определение показателя эффективности СМО	Название показателя
1. Среднее число заявок, обслуживаемых СМО в единицу времени	А. Коэффициент использования СМО
2. Средняя доля пришедших заявок, обслуживаемых системой	Б. Коэффициент загрузки СМО
3. Средняя доля времени, в течение которого СМО занята обслуживанием заявок	В. Относительная пропускная способность СМО Г. Производительность канала обслуживания Д. Абсолютная пропускная способность СМО

4. Под организацией СМО понимают:

- 1) характер потока заявок
- 2) число каналов
- 3) производительность каналов

4) правила работы СМО

5. Задачи теории массового обслуживания состоят в установлении зависимостей между:

- 1) эффективностью функционирования СМО и ее организацией
- 2) организацией СМО и качеством обслуживания заявки
- 3) качеством обслуживания заявки и скоростью обслуживания

6. Случайный процесс, при котором вероятность любого состояния СМО в будущем зависит только от ее состояния в настоящем и не зависит от ее состояний в прошлом, называется...

7. Система массового обслуживания является марковской, если все потоки событий, переводящие ее из состояния в состояние,

- 1) пуассоновские
- 2) регулярные

8. Если поток заявок ограничен и заявки, покинувшие систему, могут в нее возвращаться, СМО является:

- 1) открытой
- 2) замкнутой
- 3) многофазной
- 4) однофазной

9. Если вероятность попадания на участок T более одного события пренебрежимо мала по сравнению с вероятностью попадания на него ровно одного события, поток событий называется:

- 1) ординарным
- 2) стационарным
- 3) без последствия

10. Если вероятность появления того или другого числа событий на участке времени T зависит от длины этого участка и не зависит от того, где на оси времени этот участок расположен, поток событий называется:

- 1) ординарным
- 2) стационарным
- 3) без последствия

11. Пуассоновский поток событий — это поток

- 1) ординарный
- 2) ординарный и без последствия
- 3) ординарный, без последствия и стационарный

12. Среднее число событий потока, приходящееся на единицу времени, называется...

13. Закон распределения интервала времени между соседними событиями простейшего потока:

- 1) показательный
- 2) пуассоновский
- 3) нормальный

14. Случайная величина $X(T)$ — число событий простейшего потока на участке времени T , имеет распределение

- 1) пуассоновское
- 2) биномиальное
- 3) показательное

15. Случайный процесс, протекающий в СМО, — это процесс

- 1) с дискретными состояниями и дискретным временем
- 2) с дискретным временем и непрерывными состояниями
- 3) с непрерывными состояниями и непрерывным временем
- 4) с непрерывным временем и дискретными состояниями

16. Простейший поток событий — это поток

- 1) ординарный
- 2) ординарный и стационарный
- 3) ординарный, стационарный и без последствия

17. Случайный процесс, протекающий в СМО, называется Марковским, если вероятность любого состояния системы в будущем зависит только от ее состояния

- 1) в прошлом
- 2) в настоящем

18. Для того, чтобы случайный процесс был марковским, необходимо и достаточно, чтобы все потоки событий, под воздействием которых происходят переходы из состояния, в состояние были

- 1) ординарными и без последствия
- 2) без последствия и стационарными
- 3) стационарными и ординарными
- 4) время обслуживания одной заявки
- 2) время простоя канала
- 3) время обслуживания одной заявки плюс время простоя канала

19. Промежуток времени между двумя соседними заявками выходящего потока заявок представляет собой:

- 1) время обслуживания одной заявки
- 2) время простоя канала
- 3) время обслуживания одной заявки плюс время простоя канала

20. Интенсивность простейшего потока с течением времени

- 1) возрастает
- 2) убывает
- 3) не изменяется

21. Для одноканальной СМО с отказами интенсивность простейшего входящего потока равна величине, обратной среднему времени

- 1) простаивания канала
- 2) обслуживания каналом одной заявки

22. Для одноканальной СМО с отказами интенсивность простейшего потока обслуживания равна величине обратной среднему времени:

- 1) простаивания канала
- 2) обслуживания каналом одной заявки

23. Для одноканальной СМО с отказами вероятность обслуживания заявки равна вероятности того, что канал

- 1) занят
- 2) свободен

24. Для одноканальной СМО с отказами относительная пропускная способность равна вероятности того, что канал

- 1) занят
- 2) свободен

25. Для одноканальной СМО с отказами абсолютная пропускная способность равна интенсивности

- 1) выходящего потока обслуженных заявок
- 2) входящего потока заявок на обслуживание

26. В предельном режиме функционирования СМО вероятности состояний зависят

- 1) только от времени функционирования системы
- 2) только от начального состояния системы
- 3) от начального состояния и времени функционирования системы

27. Предельную вероятность состояния системы можно интерпретировать как

- 1) время пребывания системы в этом состоянии.
 - 2) среднее время пребывания системы в этом состоянии.
 - 3) среднюю долю времени пребывания системы в этом состоянии.
- 28. Задача исследования многоканальной СМО с отказами впервые была выполнена**
- 1) А.А. Марковым
 - 2) А.К. Эрлангом
 - 3) А.Н. Колмогоровым
- 29. Размеченный граф состояний n-канальной СМО с отказами — это граф процесса**
- 1) "гибели"
 - 2) "размножения"
 - 3) "гибели и размножения"
- 30. Приведенная интенсивность входящего потока заявок (показатель нагрузки СМО или трафик) представляет собой среднее число заявок, поступивших на вход СМО за среднее время**
- 1) обслуживания заявки одним каналом
 - 2) простоя одного канала
 - 3) простоя системы
 - 4) полной загрузки системы
- 31. Приведенная интенсивность входящего потока заявок равна**
- 1) интенсивности входящего потока заявок
 - 2) интенсивности потока обслуживания
 - 3) отношению интенсивности входящего потока к интенсивности потока обслуживания
- 32. Относительная пропускная способность СМО с отказами равна вероятности того, что заявка**
- 1) будет обслужена
 - 2) получит отказ
- 33. Для СМО с отказами интенсивность выходящего потока обслуженных заявок равна**
- 1) абсолютной пропускной способности
 - 2) относительной пропускной способности
 - 3) приведенной интенсивности
- 34. Для СМО с отказами среднее число занятых каналов — это среднее число заявок**
- 1) в системе
 - 2) под обслуживанием
 - 3) в очереди
- 35. Число состояний одноканальной СМО с ограничением на длину очереди в m заявок равно**
- 1) m
 - 2) $m + 1$
 - 3) $m + 2$
- 36. Для одноканальной СМО с числом мест в очереди m и единичной приведенной интенсивностью предельные вероятности состояний системы равны**
- 1) $1/m$
 - 2) $1/(m + 1)$
 - 3) $1/(m + 2)$
- 37. Для одноканальной СМО с числом мест в очереди m и единичной приведенной интенсивностью вероятность отказа равна**
- 1) $1/m$
 - 2) $1/(m + 1)$
 - 3) $1/(m + 2)$
- 38. Для одноканальной СМО с ограниченным числом мест в очереди среднее число заявок под обслуживанием равно**

- 1) приведенной интенсивности
 - 2) относительной пропускной способности
 - 3) произведению приведенной интенсивности на относительную пропускную способность
- 39. Для СМО с ожиданием среднее время ожидания заявки в очереди равно среднему числу заявок в очереди, деленному**
- 1) на интенсивность потока обслуживания заявок
 - 2) на интенсивность входящего потока заявок
 - 3) на приведенную интенсивность
- 40. Среднее время нахождения заявки в СМО равно среднему числу заявок в системе, деленному**
- 1) на интенсивность потока обслуживания заявок
 - 2) на интенсивность входящего потока заявок
 - 3) на приведенную интенсивность
- 41. Среднее время обслуживания одной заявки равно среднему числу заявок под обслуживанием, деленному**
- 1) на интенсивность потока обслуживания заявок
 - 2) на интенсивность входящего потока заявок
 - 3) на приведенную интенсивность
- 42. Для одноканальной СМО с ожиданием абсолютная пропускная способность равна интенсивности**
- 1) потока обслуживания
 - 2) входящего потока
 - 3) выходящего потока
- 43. Для одноканальной СМО с ожиданием относительная пропускная способность**
- 1) $Q > 1$
 - 2) $Q < 1$
 - 3) $Q = 1$
- 44. Для одноканальной СМО с ожиданием среднее число заявок в системе — это среднее число заявок**
- 1) под обслуживанием
 - 2) в очереди
 - 3) в очереди и под обслуживанием
- 45. Для одноканальной СМО с ожиданием интенсивность выходящего потока равна интенсивности**
- 1) входящего потока
 - 2) потока обслуживания
- 46. Для одноканальной СМО с ожиданием среднее число заявок под обслуживанием равно интенсивности**
- 1) потока обслуживания
 - 2) входящего потока
 - 3) приведенной
- 47. Для одноканальной СМО с ожиданием предельный режим функционирования существует, если нагрузка системы**
- 1) меньше единицы
 - 2) равна единице
 - 3) больше единицы
 - 3) равен 1
 - 4) принимает любые значения
- 50. Для n-канальной СМО с числом мест в очереди t вероятность отказа совпадает с вероятностью того, что количество заявок в системе равно**
- 1) $m+n$

2) $m+n+1$

3) $m+n+2$

51. Для трехканальной СМО с числом мест в очереди t вероятность того, что очереди нет, равна вероятности события, состоящего в том, что

1) все 3 канала свободны

2) занят только один канал

3) заняты только 2 канала

4) в системе находится 3 заявки

5) произойдет любое из перечисленных событий

52. Для n -канальной СМО с числом мест в очереди t вероятность того, что в очереди находится g заявок, равна вероятности того, что количество заявок в системе равно

1) g

2) $n+g$

3) $n-g$

53. Для n -канальной СМО с числом мест в очереди t абсолютная пропускная способность равна произведению интенсивности входящего потока

1) на число мест в очереди

2) на сумму числа каналов и числа мест в очереди

3) на относительную пропускную способность

54. Число состояний для n -канальной СМО с ожиданием

1) конечно

2) бесконечно

55. Приведенная интенсивность потока уходов равна результату деления интенсивности потока уходом на интенсивность

1) входящего потока

2) потока обслуживания

56. Приведенная интенсивность потока уходов показывает среднее число уходов из очереди необслуженных заявок за среднее время

1) ожидания заявки в очереди

2) обслуживания одной заявки

3) ожидания заявки в системе

57. Для СМО с "нетерпеливыми" заявками абсолютная пропускная способность равна

1) интенсивности входящего потока заявок

2) интенсивности суммарного потока уходов

3) разности интенсивности входящего потока и интенсивности суммарного потока уходов

58. Для n -канальной СМО с "нетерпеливыми" заявками среднее число заявок под обслуживанием

1) равно приведенной интенсивности входящего потока заявок

2) больше приведенной интенсивности входящего потока заявок

3) меньше приведенной интенсивности входящего потока заявок

59. Относительная пропускная способность для n -канальной СМО с "нетерпеливыми" заявками

1) больше единицы

2) меньше единицы

3) равна единице

60. Для n -канальной СМО с "нетерпеливыми" заявками предельный режим функционирования системы существует

1) при любом значении нагрузки системы, приходящейся на один канал

2) при значении нагрузки системы, приходящейся на один канал, меньшем единицы

3) при значении нагрузки системы, приходящейся на один канал, большем единицы

61. Предельные вероятности состояний п-канальной СМО с ожиданием существуют, если показатель нагрузки, приходящейся на один канал

- 1) меньше 1
- 2) больше 1
- 3) равен 1
- 4) не меньше 1
- 5) не больше 1

62. Для п-канальной СМО с ожиданием среднее число заявок под обслуживанием равно

- 1) показателю нагрузки
- 2) показателю нагрузки, приходящейся на один канал
- 3) относительной пропускной способности
- 4) интенсивности входящего потока

63. Для п-канальной СМО с ожиданием среднее число занятых каналов равно

- 1) относительной пропускной способности
- 2) среднему числу заявок под обслуживанием
- 3) показателю нагрузки системы
- 4) показателю нагрузки, приходящейся на один канал

64. Для п-канальной СМО с ожиданием вероятность отказа равна нулю, если

- 1) свободны все каналы
- 2) свободен хотя бы один канал
- 3) все каналы заняты, но очереди нет
- 4) все каналы заняты, и образуется очередь

65. Для п-канальной СМО с ожиданием вероятность того, что пришедшая заявка будет принята в систему, равна 1, если

- 1) свободны все каналы
- 2) свободен хотя бы один канал
- 3) все каналы заняты, но очереди нет
- 4) все каналы заняты, и образуется очередь

66. Для п-канальной СМО с ожиданием абсолютная пропускная способность равна

- 1) показателю нагрузки
- 2) показателю нагрузки, приходящейся на один канал
- 3) интенсивности суммарного потока обслуживаний
- 4) интенсивности входящего потока

67. Интенсивность входящего потока заявок зависит от состояния системы для СМО

- 1) с ожиданием
- 2) с отказами
- 3) с "нетерпеливыми" заявками
- 4) замкнутых
- 5) с ограниченным числом мест в очереди

68. Пассивное состояние источника заявок - это такое состояние, при котором поданная им последняя заявка

- 1) уже обслужена
- 2) стоит в очереди
- 3) находится под обслуживанием

69. Активное состояние источника заявок — это такое состояние, при котором поданная им последняя заявка

- 1) уже обслужена
- 2) стоит в очереди
- 3) находится под обслуживанием

70. В замкнутой одноканальной СМО, состояние системы нумеруют по числу источников, находящихся

- 1) в активном состоянии
- 2) в пассивном состоянии
- 3) в системе

71. В замкнутой СМО абсолютная пропускная способность равна произведению вероятности того, что

- 1) канал занят, на интенсивность потока обслуживаний одним каналом
- 2) заявка будет обслужена, на интенсивность потока обслуживания одним каналом
- 3) заявка будет обслужена, на интенсивность входящего потока заявок

72. Для n-канальной СМО замкнутого типа предельные вероятности состояний существуют при значениях трафика

- 1) больших единицы
- 2) меньших единицы
- 3) любых

73. Для n-канальной СМО замкнутого типа вероятность того, что поступившая заявка тут же будет принята к обслуживанию, равна вероятности того, что в момент поступления менее n источников находятся в состоянии

- 1) активном
- 2) пассивном

74. Для n-канальной СМО замкнутого типа абсолютная пропускная способность равна произведению среднего числа занятых каналов на интенсивность

- 1) обслуживания всеми каналами
- 2) обслуживания одним каналом
- 3) входящего потока

75. Для n-канальной СМО замкнутого типа относительная пропускная способность равна

- 1) единице
- 2) вероятности того, что заявка будет немедленно принята к обслуживанию
- 3) вероятности того, что система находится в активном состоянии
- 4) вероятности того, что система находится и пассивном состоянии

76. Для n-канальной СМО замкнутого типа среднее число заявок в очереди равно

- 1) разности среднего числа заявок в пассивном состоянии и среднего числа заявок в активном состоянии
- 2) разности среднего числа заявок в пассивном состоянии и среднего числа заявок под обслуживанием
- 3) разности среднего числа заявок в активном состоянии и среднего числа заявок под обслуживанием
- 3) заняты n-каналов

77. Первая заявка, поступившая в многоканальную СМО с взаимопомощью между каналами типа "все как один", начинает обслуживаться

- 1) всеми n каналами одновременно
- 2) любым свободным каналом
- 3) любыми свободными каналами

78. Интенсивность потока обслуживания многоканальной СМО с отказами и "взаимопомощью" типа "все как один", в зависимости от числа каналов, является функцией

- 1) возрастающей
- 2) убывающей
- 3) невозрастающей

4) неубывающей

79. Абсолютная пропускная способность СМО с отказами при наличии взаимопомощи типа "все как один", по сравнению с СМО без взаимопомощи

- 1) уменьшается
- 2) увеличивается
- 3) не меняется

80. Относительная пропускная способность СМО с отказами при наличии взаимопомощи типа "все как один", по сравнению с СМО без взаимопомощи

- 1) уменьшается
- 2) увеличивается
- 3) не меняется

81. Среднее время пребывания заявки в СМО с отказами при наличии взаимопомощи типа "все как один", по сравнению с СМО без взаимопомощи

- 1) уменьшается
- 2) увеличивается
- 3) Не меняется

82. Вероятность отказа для СМО с отказами при наличии взаимопомощи типа "все как один", по сравнению с СМО без взаимопомощи

- 1) уменьшается
- 2) увеличивается
- 3) не меняется

83. Среднее число занятых каналов многоканальной СМО с ожиданием, ограничением на длину очереди и с взаимопомощью между каналами типа "все как один" по сравнению с СМО без взаимопомощи

- 1) уменьшается
- 2) увеличивается
- 3) не меняется

84. Средняя длина очереди многоканальной СМО с ожиданием, ограничением на длину очереди и с взаимопомощью между каналами типа "все как один" по сравнению с СМО без взаимопомощи

- 1) уменьшается
- 2) увеличивается
- 3) не меняется

85. Среднее время ожидания в очереди многоканальной СМО с ожиданием, ограничением на длину очереди и с взаимопомощью между каналами типа "все как один" по сравнению с СМО без взаимопомощи

- 1) уменьшается
- 2) увеличивается
- 3) не меняется

86. Среднее число заявок под обслуживанием многоканальной СМО с ожиданием, ограничением на длину очереди и с взаимопомощью между каналами типа "все как один" по сравнению с СМО без взаимопомощи

- 1) уменьшается
- 2) увеличивается
- 3) не меняется

87. Среднее число занятых каналов многоканальной СМО с неограниченным ожиданием при наличии взаимопомощи типа "все как один" по сравнению с СМО без взаимопомощи

- 1) уменьшается
- 2) увеличивается
- 3) не меняется

88. Средняя длина очереди многоканальной СМО с неограниченным ожиданием при наличии взаимопомощи типа "все как один" по сравнению с СМО без взаимопомощи

- 1) уменьшается
- 2) увеличивается
- 3) не меняется

89. Среднее время ожидания в очереди многоканальной СМО с неограниченным ожиданием при наличии взаимопомощи типа "все как один" по сравнению с СМО без взаимопомощи

- 1) уменьшается
- 2) увеличивается
- 3) не меняется

90. Среднее число заявок под обслуживанием многоканальной СМО с неограниченным ожиданием при наличии взаимопомощи типа "все как один" по сравнению с СМО без взаимопомощи

- 1) уменьшается
- 2) увеличивается
- 3) не меняется

91. Среднее время обслуживания многоканальной СМО с неограниченным ожиданием при наличии взаимопомощи типа "все как один" по сравнению с СМО без взаимопомощи

- 1) уменьшается
- 2) увеличивается
- 3) не меняется

92. Абсолютная пропускная способность СМО с отказами при наличии "равномерной" взаимопомощи между каналами по сравнению с взаимопомощью типа "все как один"

- 1) уменьшается
- 2) увеличивается
- 3) не меняется

93. Относительная пропускная способность СМО с отказами при наличии "равномерной" взаимопомощи между каналами по сравнению с СМО без взаимопомощи

- 1) уменьшается
- 2) увеличивается
- 3) не меняется

94. Относительная пропускная способность СМО с отказами при наличии "равномерной" взаимопомощи между каналами по сравнению с такой же характеристикой СМО с взаимопомощью типа "все как один"

- 1) уменьшается
- 2) увеличивается
- 3) не меняется

95. Среднее время пребывания заявки в СМО с отказами при наличии "равномерной" взаимопомощи между каналами по сравнению с такой же характеристикой СМО без взаимопомощи

- 1) уменьшается
- 2) увеличивается

Вопросы для подготовки к зачету/экзамену

- 1. Вероятностное пространство.
- 2. Случайное событие.

3. Вероятность как мера.
4. Условная вероятность.
5. Формула полной вероятности.
6. Формула Байеса.
7. Случайная величина.
8. Распределение вероятностей, функция распределения, плотность вероятности.
9. Математическое ожидание.
10. Условное математическое ожидание.
11. Случайный процесс.
12. Матрица ковариации.
13. Марковские процессы и марковские цепи.
14. Стационарное распределение вероятности.
15. Системы массового обслуживания (СМО).
16. Входящий поток.
17. Простейший входящий поток.
18. Рекуррентный входящий поток.
19. Входящий поток с ограниченным последствием.
20. Суперпозиция входящих потоков.
21. Предельные теоремы для входящих потоков.
22. Процесс обслуживания.
23. Экспоненциальные СМО.
24. Однолинейная СМО.
25. Многолинейная /СМО.
26. Время ожидания.
27. Стационарные режимы..
28. Формула Литтля.
29. Полумарковские СМО.
30. Преобразование Лапласа.
31. Преобразование Лапласа-Стилтьеса.
32. Производящая функция.
33. Метод вложенных цепей Маркова.
34. Метод введения дополнительной переменной.
35. Метод введения дополнительного события.
36. Период занятости СМО.
37. Приоритетные СМО
38. Абсолютные и относительные приоритеты.
39. Многофазные СМО.
40. Распределение Эрланга.
41. Сети массового обслуживания.
42. Открытые, замкнутые и смешанные сети.
43. Маршрутная матрица.
44. Экспоненциальные сети.
45. Уравнение глобального баланса сети массового обслуживания.
46. Уравнения локального баланса сети массового обслуживания.
47. Стационарный режим в сети массового обслуживания.
48. Мультипликативное описание стационарного режима.
49. Метод описания сети массового обслуживания по средним.
50. Приближенные методы исследования СМО.

4.3 Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания

Таблица - Оценка уровня сформированности компетенций

Показатели оценивания	Критерии оценивания компетенций	Шкала оценивания
способностью к разработке алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программирования, математических, информационных и имитационных моделей, созданию информационных ресурсов глобальных сетей, образовательного контента, прикладных баз данных, тестов и средств тестирования систем и средств на соответствие стандартам и исходным требованиям (ПК-1; ПК-3); способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной	Знать Общие, но не структурированные знания основы современных информационно-коммуникационных технологий для решения задач имитационного моделирования экономических процессов. Уметь В целом успешное, но не систематически осуществляемое умение осуществлять постановку задачи и определять тип задачи.	Пороговый уровень
	Знать Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания в области применения задач моделирования экономических процессов Уметь В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение решать задачи к прилагаемой теории. Владеть В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применения математического аппарата к практике.:	Продвинутый уровень

безопасности (ПК-1; ПК-3). способностью понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат (ПК-1; ПК-3);	Знать Сформированные систематические знания теоретических основ систем массового обслуживания. Уметь Сформированное умение использования теоретического материала в решении задач. Владеть Успешное и систематическое применение математического аппарата к практике	Высокий уровень
---	--	-----------------

Таблица - Этапы формирования компетенций

№ темы дисци- плины	Тематика занятий	Код компетенции	Формы проведения	Конкретизация компетенций (знания, умения, навыки)
1	Модуль 1 Базовые понятия систем массового обслуживания, имитационное моделирование процессов.	ПК-1; ПК-3	Тест Решение задач	Знать: • основы современных информационно-коммуникационных технологий для решения задач имитационного моделирования экономических процессов
2	Модуль 2 Имитационное моделирование СМО.	ПК-1; ПК-3	Тест Решение задач	Знать: -базовые алгоритмы обработки информации, оценку сложности алгоритмов, уметь программировать и тестировать программы для решения прикладных задач имитационного моделирования экономических процессов. Уметь: • ставить и решать прикладные задачи имитационного моделирования экономических

				процессов с использованием современных информационно-коммуникационных технологий.
3	Модуль 3 Имитационное моделирование СМО в Maple	ПК-1; ПК-3	Тест Решение задач	Уметь применять к решению прикладных задач имитационного моделирования экономических процессов базовые алгоритмы обработки информации, выполнять оценку сложности алгоритмов, программировать и тестировать программы
4	Модуль 4 Имитационное моделирование в GPSS	ПК-1; ПК-3	Тест Решение задач	Владеть: способностью применять к решению прикладных задач имитационного моделирования экономических процессов базовые алгоритмы обработки информации, выполнять оценку сложности алгоритмов, программировать и тестировать программы
5	Модуль 5 Имитационное моделирование в Matlab (Mathcad)	ПК-1; ПК-3	Тест Решение задач	Владеть: Способностью ставить и решать прикладные задачи имитационного моделирования экономических процессов с использованием современных информационно-коммуникационных технологий

Таблица - Шкала оценки сформированных компетенций

Код и наименование компетенций	Соответствие уровней освоения компетенции планируемым результатам обучения и критериям их оценивания		
	пороговый	базовый	продвинутый

	Оценка		
	Удовлетворительно /зачтено	Хорошо/зачтено	Отлично /зачтено
ПК-1; ПК-3	контрольная работа	контрольная работа	контрольная работа
	Обсуждение вопросов по темам	Обсуждение вопросов по темам	Обсуждение вопросов по темам
		Тест	Тест
			Решение прикладных ситуационных задач

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля).

5.1 Учебная литература

1. Кундышева, Е. С. Математические методы и модели в экономике : учебник / Е. С. Кундышева ; под науч. ред. Б. А. Сулакова. – 3-е изд. – Москва : Дашков и К°, 2022. – 286 с. : ил., табл., граф. – (Учебные издания для бакалавров). – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=684490>. – ISBN 978-5-394-04621-6. – Текст : электронный.
2. Прасолов, Александр Витальевич. Математические методы экономической динамики : учебное пособие / А. В. Прасолов. - 2-е изд., испр. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 352 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/212186> (дата обращения: 21.09.2022). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - ISBN 978-5-8114-0797-2. - Текст : электронный.
3. Вдовин, В. М. Теория систем и системный анализ : учебник / В. М. Вдовин, Л. Е. Суркова, В. А. Валентинов. – 6-е изд., стер. – Москва : Дашков и К°, 2022. – 643 с. : ил., табл., схем., граф. – (Учебные издания для бакалавров). – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=684426>. – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-394-04581-3. – Текст : электронный.
4. Плотников, Андрей Николаевич. Элементарная теория анализа и статистическое моделирование временных рядов : учебное пособие для вузов / А. Н. Плотников. - 2-е изд., испр. и доп. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 212 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/179030> (дата обращения: 24.08.2022). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - ISBN 978-5-8114-7748-7. - Текст : электронный.

5.2. Периодическая литература

Вестник Санкт-Петербургского университета. Прикладная математика. Информатика. Процессы управления. - URL: <https://dlib.eastview.com/browse/publication/71227>

Вестник Московского университета. Серия 15. Вычислительная математика и кибернетика .- URL: <https://dlib.eastview.com/browse/publication/9166>

5.3. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Электронно-библиотечные системы (ЭБС):

ЭБС «ЮРАЙТ» <https://urait.ru/>

ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН» <http://www.biblioclub.ru/>

ЭБС «BOOK.ru» <https://www.book.ru>
ЭБС «ZNANIUM.COM» www.znanium.com
ЭБС «ЛАНЬ» <https://e.lanbook.com>

Профессиональные базы данных

Scopus <http://www.scopus.com/>
ScienceDirect <https://www.sciencedirect.com/>
Журналы издательства Wiley <https://onlinelibrary.wiley.com/>
Научная электронная библиотека (НЭБ) <http://www.elibrary.ru/>
Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН <http://archive.neicon.ru>
Springer Journals: <https://link.springer.com/>
Springer Journals Archive: <https://link.springer.com/>
Nature Journals: <https://www.nature.com/>
Springer Nature Protocols and Methods:
<https://experiments.springernature.com/sources/springer-protocols>
Springer Materials: <http://materials.springer.com/>
Nano Database: <https://nano.nature.com/>
Springer eBooks (i.e. 2020 eBook collections): <https://link.springer.com/>
"Лекториум ТВ" <http://www.lektorium.tv/>
Университетская информационная система РОССИЯ <http://uisrussia.msu.ru>

Информационные справочные системы

Консультант Плюс

Ресурсы свободного доступа

КиберЛенинка <http://cyberleninka.ru/>;
Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
<https://www.minobrnauki.gov.ru/>;
Федеральный портал "Российское образование" <http://www.edu.ru/>;
Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"
<http://window.edu.ru/>;
Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru/>
.
Проект Государственного института русского языка имени А.С. Пушкина
"Образование на русском" <https://pushkininstitute.ru/>;
Справочно-информационный портал "Русский язык" <http://gramota.ru/>;
Служба тематических толковых словарей <http://www.glossary.ru/>;
Словари и энциклопедии <http://dic.academic.ru/>;
Образовательный портал "Учеба" <http://www.ucheba.com/>;
Законопроект "Об образовании в Российской Федерации". Вопросы и ответы
http://xn--273--84d1f.xn--p1ai/voprosy_i_otvety

Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы КубГУ

Электронный каталог Научной библиотеки КубГУ
<http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/Web>

Электронная библиотека трудов ученых КубГУ
<http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/UserEntry?Action=ToDb&idb=6>

Среда модульного динамического обучения <http://moodle.kubsu.ru>

База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций <http://infoneeds.kubsu.ru/>

Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологий <http://mschool.kubsu.ru;>

Электронный архив документов КубГУ <http://docspace.kubsu.ru/>

Электронные образовательные ресурсы кафедры информационных систем и технологий в образовании КубГУ и научно-методического журнала "ШКОЛЬНЫЕ ГОДЫ" <http://icdau.kubsu.ru/>

6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля).

1. Российское образование, федеральный портал [Официальный сайт] — URL: <http://www.edu.ru>
2. Образовательный портал «Учеба» [Официальный сайт] URL: <http://www.ucheba.com/>
3. Портал «Российское образование» [Официальный сайт] URL: <http://www.edu.ru/>
4. Единое окно доступа к образовательным ресурсам «Единое окно» [Официальный сайт] URL: <http://window.edu.ru/>
5. Федеральная университетская компьютерная сеть России [Официальный сайт] URL: <http://www.runnet.ru/>
6. Служба тематических толковых словарей [Официальный сайт] URL: <http://www.glossary.ru/>
7. Образовательный портал [Официальный сайт] URL: «Академик» <http://dic.academic.ru/>
8. Web of Sciense (архив с 2002 года) рефераты [Официальный сайт] URL: <http://webofknowledge.com>.
9. Лекториум “(Минобрнауки РФ) единая Интернет-библиотека лекций [Официальный сайт] URL <http://www.lektorium.tv/>
10. Электронный архив документов КубГУ полнотекстов [Официальный сайт] URL: <http://docspace.kubsu.ru>

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).

Согласно письма Министерства образования и науки РФ № МОН-25486 от 21.06.2017г «О разработке адаптированных образовательных программ» -Разработка адаптивной программы необходима в случае наличия в образовательной организации хотя бы одного обучающегося с ограниченными возможностями здоровья.

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.

Система обучения основывается на рациональном сочетании нескольких видов учебных занятий (в первую очередь, лекций и практических (лабораторных) занятий), работа на которых обладает определенной спецификой.

Подготовка к практическим (лабораторным) занятиям.

Подготовку к каждому практическому занятию необходимо начать с ознакомления с планом практического занятия, который отражает содержание предложенной темы. Тщательное продумывание и изучение вопросов плана основывается на проработке текущего материала лекции, а затем изучения обязательной и дополнительной литературы, рекомендованной к данной теме. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса.

Подготовка к лабораторным занятиям и практикумам носит различный характер, как по содержанию, так и по сложности исполнения. Проведение прямых и косвенных измерений предполагает детальное знание измерительных приборов, их возможностей, умение вносить своевременные поправки для получения более точных результатов. Многие лабораторные занятия требуют большой исследовательской работы, изучения дополнительной научной литературы.

В процессе подготовки к практическим занятиям, необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной литературы. При всей полноте конспектирования лекции в ней невозможно изложить весь материал. Поэтому самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала.

Защита лабораторных работ должна происходить, как правило, в часы, отведенные на лабораторные занятия. Студент может быть допущен к следующей лабораторной работе только в том случае, если у него не защищено не более двух предыдущих работ.

Рекомендации по работе с литературой.

Работу с литературой целесообразно начать с изучения общих работ по теме, а также учебников и учебных пособий. Далее рекомендуется перейти к анализу монографий и статей, рассматривающих отдельные аспекты проблем, изучаемых в рамках курса, а также официальных материалов и неопубликованных документов (научно-исследовательские работы, диссертации), в которых могут содержаться основные вопросы изучаемой проблемы.

Работу с источниками надо начинать с ознакомительного чтения, т.е. просмотреть текст, выделяя его структурные единицы. При ознакомительном чтении закладками отмечаются те страницы, которые требуют более внимательного изучения.

В зависимости от результатов ознакомительного чтения выбирается дальнейший способ работы с источником. Если для разрешения поставленной задачи требуется изучение некоторых фрагментов текста, то используется метод выборочного чтения. Если в книге нет подробного оглавления, следует обратить внимание ученика на предметные и именные указатели.

Избранные фрагменты или весь текст (если он целиком имеет отношение к теме) требуют вдумчивого, неторопливого чтения с «мысленной проработкой» материала. Такое чтение предполагает выделение: 1) главного в тексте; 2) основных аргументов; 3) выводов. Особое внимание следует обратить на то, вытекает тезис из аргументов или нет.

Необходимо также проанализировать, какие из утверждений автора носят проблематичный, гипотетический характер, и уловить скрытые вопросы.

Понятно, что умение таким образом работать с текстом приходит далеко не сразу. Наилучший способ научиться выделять главное в тексте, улавливать проблематичный

характер утверждений, давать оценку авторской позиции – это сравнительное чтение, в ходе которого Вы знакомитесь с различными мнениями по одному и тому же вопросу, сравниваете весомость и доказательность аргументов сторон и делаете вывод о наибольшей убедительности той или иной позиции.

Если в литературе встречаются разные точки зрения по тому или иному вопросу из-за сложности прошедших событий и правовых явлений, нельзя их отвергать, не разобравшись. При наличии расхождений между авторами необходимо найти рациональное зерно у каждого из них, что позволит глубже усвоить предмет изучения и более критично оценивать изучаемые вопросы. Знакомясь с особыми позициями авторов, нужно определять их схожие суждения, аргументы, выводы, а затем сравнивать их между собой и применять из них ту, которая более убедительна.

Следующим этапом работы с литературными источниками является создание конспектов, фиксирующих основные тезисы и аргументы..

Таким образом, при работе с источниками и литературой важно уметь:

- сопоставлять, сравнивать, классифицировать, группировать, систематизировать информацию в соответствии с определенной учебной задачей;
- обобщать полученную информацию, оценивать прослушанное и прочитанное;
- фиксировать основное содержание сообщений; формулировать, устно и письменно, основную идею сообщения; составлять план, формулировать тезисы;
- готовить и презентовать развернутые сообщения типа доклада;
- работать в разных режимах (индивидуально, в паре, в группе), взаимодействуя друг с другом;
- пользоваться реферативными и справочными материалами;
- контролировать свои действия и действия своих товарищей, объективно оценивать свои действия;
- обращаться за помощью, дополнительными разъяснениями к преподавателю, другим студентам;
- пользоваться лингвистической или контекстуальной догадкой, словарями различного характера, различного рода подсказками, опорами в тексте (ключевые слова, структура текста, предваряющая информация и др.);
- использовать при говорении и письме перифраз, синонимичные средства, слова-описания общих понятий, разъяснения, примеры, толкования, «словотворчество»;
- повторять или перефразировать реплику собеседника в подтверждении понимания его высказывания или вопроса;
- обратиться за помощью к собеседнику (уточнить вопрос, переспросить и др.);
- использовать мимику, жесты (вообще и в тех случаях, когда языковых средств не хватает для выражения тех или иных коммуникативных намерений).

Подготовка к промежуточной аттестации.

При подготовке к промежуточной аттестации целесообразно:

- внимательно изучить перечень вопросов и определить, в каких источниках находятся сведения, необходимые для ответа на них;
- внимательно прочитать рекомендованную литературу;
- составить краткие конспекты ответов (планы ответов).

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

8.1 Перечень информационных технологий.

- тестирование по итогам изучения разделов дисциплины .

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

8.2 Перечень необходимого программного обеспечения.

Операционная система Microsoft Windows, пакет офисных приложений Microsoft Office, антивирус Avast Free Antivirus, Foxit PDF reader, Winrar Standard.

8.3 Перечень информационных справочных систем:

Не предполагает данная дисциплина использование информационных справочных систем

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Номера аудиторий / кабинетов
1.	учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	501,502,503,505,506,507,508, 509, 510,513,514
2.	учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа	501,502,503,505,506,507,508, 509, 510,513,514
3.	Компьютерные классы с выходом в Интернет	503,509,510
4.	учебные аудитории для выполнения научно – исследовательской работы (курсового проектирования)	Кабинет курсового проектирования (выполнения курсовых работ) - № 503, №509, № 510 Оборудование: мультимедийный проектор, экран, персональные компьютеры, учебная мебель, доска учебная, выход в Интернет, учебно-наглядные пособия (тематические иллюстрации), принтер, презентации на электронном носителе, сплит-система
5.	учебные аудитории для самостоятельной работы, с рабочими местами, оснащенными компьютерной техникой с подключением к сети «Интернет» и обеспечением неограниченного доступа в электронную информационно-образовательную среду организации для каждого обучающегося, в соответствии с объемом изучаемых дисциплин	Кабинет для самостоятельной работы - № 504, № 509, №510 Оборудование: персональные компьютеры, учебная мебель, доска учебная, выход в Интернет
6.	Исследовательские лаборатории (центров), оснащенные лабораторным оборудованием	Компьютерный класс № 510 : мультимедийный проектор, экран, персональные компьютеры, учебная мебель, доска учебная, выход в Интернет, наглядные пособия. Сетевое оборудование CISCO

		(маршрутизаторы, коммутаторы, 19-ти дюймовый сетевой шкаф) сплит-система, стенд «Архитектура ПЭВМ»
7.	учебные аудитории групповых и индивидуальных консультаций	№508 Оборудование: персональный компьютер, учебная мебель, доска учебная, учебно-наглядные пособия (тематические иллюстрации), сканер, доска магнитно-маркерная, стеллажи с учебной и периодической литературой
8.	Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования	Помещение № 511, Помещение № 516, Помещение № 517, Помещение № 518
9.	учебные аудитории для проведения текущей и промежуточной аттестации	501,502,503,505,506,507,508, 509, 510,513,514

Согласно письма Министерства образования и науки РФ № МОН-25486 от 21.06.2017г «О разработке адаптированных образовательных программ» -Разработка адаптивной программы необходима в случае наличия в образовательной организации хотя бы одного обучающегося с ограниченными возможностями здоровья

При наличии хотя бы одного обучающегося с ограниченными возможностями здоровья проводится организацией с учетом особенностей их психофизического развития, их индивидуальных возможностей и состояния здоровья (далее - индивидуальные особенности).

При проведении обучения инвалидов обеспечивается соблюдение следующих общих требований:

- проведение обучения для инвалидов в одной аудитории совместно с обучающимися, не имеющими ограниченных возможностей здоровья, если это не создает трудностей для обучающихся;

- присутствие в аудитории ассистента (ассистентов), оказывающего обучающимся инвалидам необходимую техническую помощь с учетом их индивидуальных особенностей;

- пользование необходимыми обучающимся инвалидам техническими средствами с учетом их индивидуальных особенностей;

- обеспечение возможности беспрепятственного доступа обучающихся инвалидов в аудитории, туалетные и другие помещения, а также их пребывания в указанных помещениях;

В зависимости от индивидуальных особенностей обучающихся с ограниченными возможностями здоровья, организация обеспечивает выполнение следующих требований при проведении занятий:

а) для слепых:

- задания и иные материалы оформляются рельефно-точечным шрифтом Брайля или в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением для слепых, либо зачитываются ассистентом;

- письменные задания выполняются обучающимися на бумаге рельефно-точечным шрифтом Брайля или на компьютере со специализированным программным обеспечением

для слепых, либо надиктовываются ассистенту;

-при необходимости обучающимся предоставляется комплект письменных принадлежностей и бумага для письма рельефно-точечным шрифтом Брайля, компьютер со специализированным программным обеспечением для слепых;

б) для слабовидящих:

-задания и иные материалы оформляются увеличенным шрифтом;

-обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;

-при необходимости обучающимся предоставляется увеличивающее устройство, допускается использование увеличивающих устройств, имеющихся у обучающихся;

в) для глухих и слабослышащих, с тяжелыми нарушениями речи:

-обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости обучающимся предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;

г) для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата (тяжелыми нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей):

-письменные задания выполняются обучающимися на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;

Обучающийся инвалид при поступлении подает письменное заявление о необходимости создания для него специальных условий при проведении обучения с указанием особенностей его психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья (далее - индивидуальные особенности). К заявлению прилагаются документы, подтверждающие наличие у обучающегося индивидуальных особенностей (при отсутствии указанных документов в организации).