

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тверской государственный технический университет»
(ТвГТУ)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор
по учебной работе
_____ Э.Ю. Майкова
« ____ » _____ 20 ____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины части, формируемой участниками образовательных отношений,
Блока 1 «Дисциплины (модули)»
«Моделирование дискретных систем»

Направление подготовки бакалавров – 09.03.01 Информатика и вычислительная техника

Направленность (профиль) – Вычислительные машины, комплексы, системы и сети

Тип задач профессиональной деятельности – производственно-технологическая

Форма обучения – очная и заочная

Факультет информационных технологий
Кафедра электронных вычислительных машин

Рабочая программа дисциплины соответствует ОХОП подготовки бакалавров в части требований к результатам обучения по дисциплине и учебному плану.

Разработчик программы: к.т.н., доцент

Ф.Н. Абу-Абед

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ЭВМ 29.03.2019 г. протокол № 5.

Заведующий кафедрой ЭВМ

А.Р. Хабаров

Согласовано:

Начальник УМО

Д.А. Барчуков

Начальник отдела
комплектования
зональной научной
библиотеки

О.Ф. Жмыхова

1. Цель и задачи дисциплины

Основной целью изучения дисциплины «Моделирование дискретных систем» является подготовка высококвалифицированного специалиста, владеющего основами моделирования систем, методами их исследования, обладать техническими и программными средствами моделирования с целью закрепления практических навыков при выполнении исследовательских и расчетных работ по проектированию автоматизированных информационных систем.

Задача дисциплины — приобретение навыков работы и освоение теории и методов математического моделирования с учетом требований системности и технологии современных стилей имитационного моделирования систем.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программе

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 ОП ВО. Для изучения курса требуются знания дисциплин «Алгебра и геометрия», «Теория вероятностей, математическая статистика и случайные процессы», «Вычислительная математика», «Моделирование».

Знания, полученные при изучении данной дисциплины, являются базовыми для изучения курсов «Сети ЭВМ и телекоммуникации», «Проектирование вычислительных сетей», «Проектирование специализированных компьютерных сетей».

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

3.1. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенции, закрепленные за дисциплиной в ОХОП:

ПК-3. *Способен осуществлять администрирование процесса установки сетевых устройств и программного обеспечения, разрабатывать основные узлы сетей передачи информации, реализовывать сетевые протоколы.*

Индикатор компетенции, закреплённый за дисциплиной в ОХОП:

ИПК-3.4. Выполняет математическое моделирование каналов связи.

Показатели оценивания индикатора достижения компетенции:

Знать:

31: Иметь представление о принципах моделирования, правилах построения и процессе функционирования систем коллективного использования типа М/М/Н/К/Л.

32: Иметь представление о правилах построения каналов связи сетей передачи данных.

33: Иметь представление о принципах хранения и обработки данных в центрах коммутации, и последующей передачи по каналам связи.

Уметь:

У1: Строить аналитические, имитационные и программные модели телекоммуникационных систем и сетей связи, в том числе с применением общецелевых систем моделирования, для оценки характеристик их функционирования.

У2: Применять математический аппарат теории массового обслуживания, и цепей маркова для оценки характеристик функционирования вычислительных систем и сетей ЭВМ.

Иметь опыт практической подготовки:

ПП1: Анализа качества функционирования сетей передачи данных.

ПП2: Оценки времени задержки передачи в магистральных и мультисервисных сетях.

ПП3: Обоснование выбора значений пропускных способностей каналов связи сетей передачи данных.

ПП4: Определение оптимальной длины кадра и построение математических моделей ошибок для наземных и спутниковых каналов связи.

ПК-8. *Способен разрабатывать математические, имитационные и программные модели технических систем, в том числе вычислительных систем и сетей, описывающихся в терминах дискретных случайных процессов с использованием вероятностных методов.*

Индикатор компетенции, закреплённый за дисциплиной в ОХОП:

ИПК-8.1. Применяет простейшие модели и методы для расчёта нагрузки и загрузки отдельных элементов и системы целом, для проведения анализа характеристик функционирования реальных систем, представляемых моделями массового обслуживания или моделями марковских случайных процессов.

Показатели оценивания индикатора достижения компетенции:

Знать:

31: Рассчитывать основные характеристики функционирования систем, в том числе вероятностно-временных характеристик.

32: Иметь представление о принципах моделирования сложных систем на примере широко используемых на практике моделей массового обслуживания и методов их расчёта с использованием трех основных подходов: аналитического, численного и имитационного.

Уметь:

У1: Применять минимальный набор моделей, методов и средств для исследования сложных реальных систем в различных прикладных областях.

У2: Формулировать задачи моделирования как универсального инструмента исследования сложных систем, в том числе технических систем, таких как вычислительные машины, комплексы, системы и сети.

Иметь опыт практической подготовки:

ПП1: Применять методы расчёта характеристик математических моделей, представляемых в виде систем и сетей массового обслуживания.

ПП2: Выполнять анализ свойств, и выявление закономерностей, присущие процессам, протекающим в моделях различных классов.

ПП3: Проведение анализа влияния параметров модели на характеристики её функционирования.

3.2. Технологии, обеспечивающие формирование компетенций

Проведение лекционных, лабораторных и практических занятий, самостоятельная работа под руководством преподавателя.

4. Трудоемкость дисциплины и виды учебной работы

ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 1а. Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы

Вид учебной работы	Зачетные единицы	Академические часы
Общая трудоемкость дисциплины	4	144
Аудиторные занятия (всего)		60
В том числе:		
Лекции		30
Практические занятия (ПЗ)		15
Лабораторные работы (ЛР)		15
Самостоятельная работа обучающихся (всего)		48+36 (экз.)
В том числе:		
Курсовая работа		не предусмотрена
Курсовой проект		не предусмотрен
Расчетно-графические работы		не предусмотрены
Реферат		не предусмотрен
Другие виды самостоятельной работы:		
- подготовка к защите лабораторных работ		24
- подготовка к практическим занятиям		24
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (экзамен)		36
Практическая подготовка при реализации дисциплины (всего)		30
В том числе:		
Практические занятия (ПЗ)		15
Лабораторные работы (ЛР)		15
Курсовая работа		не предусмотрена
Курсовой проект		не предусмотрен

ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 1б. Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы

Вид учебной работы	Зачетные единицы	Академические часы
Общая трудоемкость дисциплины	4	144
Аудиторные занятия (всего)		10
В том числе:		
Лекции		4
Практические занятия (ПЗ)		2
Лабораторные работы (ЛР)		4
Самостоятельная работа обучающихся (всего)		134+9(экз)

В том числе:		
Курсовая работа		не предусмотрена
Курсовой проект		не предусмотрен
Расчетно-графические работы		не предусмотрены
Реферат		не предусмотрен
Другие виды самостоятельной работы: - изучение теоретической части дисциплины;		100
- подготовка к защите лабораторных работ		17
- подготовка к практическим занятиям		17
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (экзамен)		9
Практическая подготовка при реализации дисциплины (всего)		6
В том числе:		
Практические занятия (ПЗ)		2
Лабораторные работы (ЛР)		4
Курсовая работа		не предусмотрена
Курсовой проект		не предусмотрен

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Структура дисциплины

ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 2а. Модули (разделы) дисциплины, трудоемкость в часах и виды учебной работы

№	Наименование модуля	Труд-ть часы	Лекции	Практ. занятия	Лаб. работы	Сам. работа
1.	Основы моделирования	24	5	2,5	2,5	14
2.	Математические основы моделирования дискретных систем	24	5	2,5	2,5	14
3.	Параметры и характеристики систем массового обслуживания	24	5	2,5	2,5	14
4.	Имитационное моделирование систем массового обслуживания	24	5	2,5	2,5	14
5.	Основы GPSS	24	5	2,5	2,5	14
6.	Теория марковских случайных процессов	24	5	2,5	2,5	14
Всего на дисциплину		144	30	15	15	84

ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 2б. Модули (разделы) дисциплины, трудоемкость в часах и виды учебной работы

№	Наименование модуля	Труд-ть часы	Лекции	Практ. занятия	Лаб. работы	Сам. работа
1.	Основы моделирования	24	0,5	0,2	0,5	22,8
2.	Математические основы моделирования дискретных систем	24	0,5	0,3	0,5	22,7
3.	Параметры и характеристики систем массового обслуживания	24	0,5	0,2	0,5	22,8
4.	Имитационное моделирование систем массового обслуживания	24	0,5	0,3	0,5	22,7
5.	Основы GPSS	24	1	0,5	1	21,5
6.	Теория марковских случайных процессов	24	1	0,5	1	21,5
Всего на дисциплину		144	4	2	4	134

5.2. Содержание дисциплины

Модуль 1. Основы моделирования

Основы моделирования. Общие вопросы моделирования. Системы. Структура и функции. Понятие состояния системы. Параметры и характеристики системы. Классификация систем. Модели. Параметры и характеристики моделей. Классификация моделей и видов моделирования.

Модуль 2. Математические основы моделирования дискретных систем

Математические основы моделирования дискретных систем. Элементы теории вероятностей. Понятие вероятности и случайной величины. Законы распределения случайных величин. Способы задания закона распределения. Функции распределения случайных величин. Свойства функции распределения случайных величин. Функции плотности распределения случайных величин. Свойства функции плотности распределения случайных величин. Наиболее широко используемые в теории моделирования дискретных систем законы и функции распределения случайных величин. Свойства отсутствия последствия. Числовые характеристики случайных величин. Начальные и центральные моменты.

Модуль 3. Параметры и характеристики систем массового обслуживания

Системы массового обслуживания. Параметры и характеристики систем массового обслуживания. Параметры систем массового обслуживания. Общие положения. Процесс поступления заявок. Понятие простейшего потока. Свойства простейшего потока. Процесс обслуживания. Дисциплина обслуживания. СМО с неоднородной нагрузкой. Многоканальные СМО. Мнемоническое обозначение СМО. Характеристики функционирования СМО. Характеристики одноканальной СМО с од-

народной нагрузкой. Характеристики одноканальной СМО с неоднородной нагрузкой. Характеристики заявок отдельных классов. Характеристики заявок объединенного потока. Характеристики многоканальной СМО (однородная нагрузка). Формулы и утверждения Литтла.

Модуль 4. Имитационное моделирование систем массового обслуживания

Имитационное моделирование систем массового обслуживания. Общие положения. Действия и события в системах. Модельное время. Логическая схема имитационной модели. Планирование основных событий. Действия по обработке основных событий. Определение ближайшего события. Логика работы имитационной модели.

Модуль 5. Основы GPSS

Основы моделирования на языке GPSS/PC и GPSS World Student Version. Общие сведения о GPSS. Основные блоки GPSS. Логика работы интерпретатора GPSS. Задание распределений, отличных от равномерного. Примеры моделирования некоторых систем. Управляющие операторы GPSS. Команды GPSS и работы с пакетом.

Модуль 6. Теория Марковских случайных процессов

Теория Марковских случайных процессов. Понятие случайного процесса. Понятие Марковского случайного процесса. Понятие эргодичности. Марковские процессы с дискретным временем. Марковские процессы с непрерывным временем. Процессы размножения и гибели.

5.3. Лабораторные работы

ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 3а. Тематика, форма лабораторных работ (ЛР) и их трудоемкость

№ пп.	Порядковый номер модуля. Цели лабораторных работ	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость в часах
1.	Модуль 1 Цель: Оценка качества моделирования стохастических систем в зависимости от качества работы ГСЧ и степени «равномерности» вырабатываемых случайных чисел	Оценка качества работы генератора случайных чисел	2,5
2.	Модуль 2 Цель: Осуществить моделирование случайной величины с заданным законом распределения используется метод обратной функции	Моделирование случайных величин с заданным законом распределения	2,5
3.	Модуль 3 Цель: Разработка имитационной модели СМО типа G/G/N	Параметры и характеристики систем массового обслуживания	2,5

4.	Модуль 4 Цель: Смоделировать СМО типа G/G/N с заданной дисциплиной обслуживания и законами и функциями распределения	Имитационное моделирование систем массового обслуживания	2,5
5.	Модуль 5 Цель: Смоделировать СМО типа G/G/N средствами GPSS	Моделирование СМО средствами GPSS	2,5
6.	Модуль 6 Цель: Моделирование процесса функционирования систем Марковскими цепями с дискретным временем	Моделирование Марковских случайных процессов с дискретным временем	2,5

ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 3б. Тематика, форма лабораторных работ (ЛР) и их трудоемкость

№ пп.	Порядковый номер модуля. Цели лабораторных работ	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость в часах
1.	Модуль 1 Цель: Оценка качества моделирования стохастических систем в зависимости от качества работы ГСЧ и степени «равномерности» вырабатываемых случайных чисел	Оценка качества работы генератора случайных чисел	0,5
2.	Модуль 2 Цель: Осуществить моделирование случайной величины с заданным законом распределения используется метод обратной функции	Моделирование случайных величин с заданным законом распределения	0,5
3.	Модуль 3 Цель: Разработка имитационной модели СМО типа G/G/N	Параметры и характеристики систем массового обслуживания	0,5
4.	Модуль 4 Цель: Смоделировать СМО типа G/G/N с заданной дисциплиной обслуживания и законами и функциями распределения	Имитационное моделирование систем массового обслуживания	0,5
5.	Модуль 5 Цель: Смоделировать СМО типа G/G/N средствами GPSS	Моделирование СМО средствами GPSS	1

6.	Модуль 6 Цель: Моделирование процесса функционирования систем Марковскими цепями с дискретным временем	Моделирование Марковских случайных процессов с дискретным временем	1
----	---	--	---

5.4. Практические занятия

ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 3а. Тематика, форма практических занятий (ПЗ) и их трудоемкость

Порядковый номер модуля. Цели практических занятий	Тематика практических занятий	Трудоемкость в часах
Модуль 1. Цель: Построение многоугольника распределения случайных величин разными способами	Законы и функции распределения случайных величин.	2,5
Модуль 2. Цель: Выявление числовых характеристик случайных величин	Числовые характеристики случайных величин. Доказательство свойства отсутствия последствия для дискретных и непрерывных законов и функций распределения случайных величин.	2,5
Модуль 3. Цель: Формализация и параметризация СМО	Параметры и характеристики СМО. Простейшие потоки.	2,5
Модуль 4. Цель: Построение модели СМО аналитическим способом. Имитационное моделирование СМО применяя традиционные объектно-ориентированные сред программирования. Оценка адекватности модели	Имитационное моделирование систем массового обслуживания.	2,5
Модуль 5. Цель: Моделирование СМО средствами общецелевой системы моделирования. Оценка погрешности моделирования	Моделирование СМО средствами GPSS.	2,5
Модуль 6. Цель: Определение вероятности и интенсивности переходов. Составление графа состояний. Исследование сходимости	Моделирование СМО процессами размножения и гибели.	2,5

ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 3б. Тематика, форма практических занятий (ПЗ) и их трудоемкость

Порядковый номер модуля. Цели практических занятий	Тематика практических занятий	Трудоемкость в часах
Модуль 1. Цель: Построение многоугольника распределения случайных величин разными способами	Законы и функции распределения случайных величин.	0,2
Модуль 2. Цель: Выявление числовых характеристик случайных величин	Числовые характеристики случайных величин. Доказательство свойства отсутствия последствия для дискретных и непрерывных законов и функций распределения случайных величин.	0,3
Модуль 3. Цель: Формализация и параметризация СМО	Параметры и характеристики СМО. Простейшие потоки.	0,2
Модуль 4. Цель: Построение модели СМО аналитическим способом. Имитационное моделирование СМО применяя традиционные объектно-ориентированные сред программирования. Оценка адекватности модели	Имитационное моделирование систем массового обслуживания.	0,3
Модуль 5. Цель: Моделирование СМО средствами общецелевой системы моделирования. Оценка погрешности моделирования	Моделирование СМО средствами GPSS.	0,5
Модуль 6. Цель: Определение вероятности и интенсивности переходов. Составление графа состояний. Исследование сходимости	Моделирование СМО процессами размножения и гибели.	0,5

6. Самостоятельная работа обучающихся и текущий контроль успеваемости

6.1. Цели самостоятельной работы

Формирование способностей к самостоятельному познанию и обучению, поиску литературы, обобщению, оформлению и представлению полученных результатов, их критическому анализу, поиску новых и неординарных решений, аргументи-

рованному отстаиванию своих предложений, умений подготовки выступлений и ведения дискуссий.

6.2. Организация и содержание самостоятельной работы

Самостоятельная работа заключается в изучении отдельных тем курса по заданию преподавателя по рекомендуемой им учебной литературе, в подготовке к лабораторным занятиям, практическим занятиям, текущему контролю успеваемости, экзамену.

При защите лабораторной работы студент показывает отчёт о выполненной работе. Докладывает и аргументировано защищает результаты выполненной работы, отвечая при этом на вопросы преподавателя, убеждая его в том, что работа выполнена верно, цели работы полностью достигнуты.

В случае пропуска занятия студент должен взять тематику занятия и задание на лабораторную работу у преподавателя, изучить и отработать материал в часы самостоятельной работы: написать конспект пропущенной лекции и выполнить лабораторную работу.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература по дисциплине

1. Абу-Абед, Ф.Н. Моделирование динамических и дискретных систем: учеб. пособие / Ф.Н. Абу-Абед, В.А. Григорьев; Тверской гос. техн. ун-т. - Тверь: ТвГТУ, 2015. - 151 с.: ил. - Текст: непосредственный. - ISBN 978-5-7995-0761-9: [б. ц.]. - (ID=109243-65).

2. Абу-Абед, Ф.Н. Моделирование динамических и дискретных систем: учеб. пособие / Ф.Н. Абу-Абед, В.А. Григорьев; Тверской гос. техн. ун-т. - Тверь: ТвГТУ, 2015. - 151 с.: ил. - Сервер. - Текст: электронный. - ISBN 978-5-7995-0761-9 : 0-00. - URL: <http://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/108243>. - (ID=108243-1).

3. Трухин, М. П. Моделирование сигналов и систем. Дифференциальные, дискретные и цифровые модели динамических систем: учебное пособие / М.П. Трухин; под научной редакцией С. В. Поршнева. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 228 с. — ISBN 978-5-8114-3792-4. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/206774> . - (ID=136069-0).

4. Трухин, М.П. Моделирование сигналов и систем. Конечномерные системы и дискретные каналы связи: учебное пособие / М.П. Трухин; Трухин М.П.; под научной редакцией С.В. Поршнева. - Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2019. - ЭБС Лань. - Текст: электронный. - ISBN 978-5-8114-3898-3. - URL: <https://e.lanbook.com/book/122182>. - (ID=136070-0).

7.2. Дополнительная литература по дисциплине

1. Боев, В. Д. Моделирование в среде AnyLogic : учебное пособие для вузов / В. Д. Боев. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 298 с. — (Высшее обра-

зование). — ISBN 978-5-534-02560-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/491955> . - (ID=147186-0).

2. Маликов, Р. Ф. Практикум по дискретно-событийному моделированию сложных систем в среде GPSS-Studio: практикум : учебное пособие / Р. Ф. Маликов, А. Р. Усманова. — Уфа : БГПУ имени М. Акмуллы, 2021. — 395 с. — ISBN 978-5-907176-63-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/181820> . - (ID=147187-0).

3. Маликов, Р. Ф. Практикум по дискретно-событийному моделированию сложных систем в расширенном редакторе GPSS World : учебное пособие / Р. Ф. Маликов. — Уфа : БГПУ имени М. Акмуллы, 2017. — 273 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/96831> . - (ID=147188-0).

4. Кутышкин, А. В. Имитационное моделирование технологических систем дискретного производства в программном пакете ARENA : учебное пособие / А. В. Кутышкин. — Ханты-Мансийск : ЮГУ, 2018. — 136 с. — ISBN 978-5-9611-0147-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/148993> . - (ID=147189-0).

5. Боев, В.Д. Концептуальное проектирование систем в AnyLogic и GPSS World : учебное пособие / В.Д. Боев. - 3-е изд. - Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ) : Ай Пи Ар Медиа, 2021. - ЦОР IPR SMART. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-4497-0858-8. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/102016.html> . - (ID=145932-0).

6. Боев, В.Д. Компьютерное моделирование : учебное пособие / В.Д. Боев, Р.П. Сыпченко. - 3-е изд. - Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ) : Ай Пи Ар Медиа, 2021. - ЦОР IPR SMART. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-4497-0888-5. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/102015.html>. - (ID=146062-0).

7. Судоплатов, С. В. Дискретная математика : учебник и практикум для вузов / С. В. Судоплатов, Е. В. Овчинникова. — 5-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 279 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00871-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/488927>. - (ID=111517-0).

8. Никищечкин, А. П. Дискретная математика и дискретные системы управления : учебное пособие для вузов / А. П. Никищечкин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 298 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08596-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/494496>. - (ID=146431-1).

7.3 Методические материалы

1. Вопросы к зачёту по дисциплине «Моделирование дискретных систем». Направление подготовки бакалавров - 09.03.01 Информатика и вычислительная техника. Профиль - Вычислительные машины, комплексы, системы и сети : в составе учебно-методического комплекса / Каф. Электронные вычислительные машины ;

сост. Ф.Н. Абу-Абед. - Тверь : ТвГТУ, 2017. - (УМК-В). - Сервер. - Текст : электронный. - (ID=124309-0).

2. Лекционный курс по дисциплине национально-регионального (вузовского) компонента «Моделирование дискретных систем» для специальности 230101 Вычислительные машины, комплексы, системы и сети и направления 230100 - Информатика и вычислительная техника (бакалавратура): в составе учебно-методического комплекса / сост. Ф.Н. Абу-Абед ; Тверской гос. техн. ун-т, Каф. ЭВМ. - Тверь, 2011. - (УМК-Л). - Сервер. - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <http://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/95523>. - (ID=95523-1).

3. Билеты по курсу «Моделирование дискретных систем» для специальности 230101 Вычислительные машины, комплексы, системы и сети : в составе учебно-методического комплекса / сост. Ф.Н. Абу-Абед ; Тверской гос. техн. ун-т, Каф. ЭВМ. - Тверь, 2011. - (УМК-Э). - Сервер. - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <http://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/95522>. - (ID=95522-1).

4. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине вариативной (обязательной) части математического и естественнонаучного цикла «Моделирование дискретных систем» направления подготовки бакалавров 230100 Информатика и вычислительная техника : в составе учебно-методического комплекса / сост. Ф.Н. Абу-Абед ; Тверской гос. техн. ун-т, Каф. ЭВМ. - Тверь, 2009. - (УМК-М). - Сервер. - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <http://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/95520>. - (ID=95520-1).

5. Вопросы к зачету по дисциплине национально-регионального (вузовского) компонента «Моделирование дискретных систем» для специальности 230101 Вычислительные машины, комплексы, системы и сети и направления 230100 - Информатика и вычислительная техника (бакалавратура): в составе учебно-методического комплекса / сост. Ф.Н. Абу-Абед ; Тверской гос. техн. ун-т, Каф. ЭВМ. - Тверь, 2009. - (УМК-В). - Сервер. - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <http://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/95521>. - (ID=95521-1).

6. Математические основы моделирования дискретных систем : учеб.-метод. пособие по курсу «Моделирование дискретных систем» для студентов спец. 22.01 / Тверской гос. техн. ун-т ; сост. Ш.С. Алиев. - Тверь, 1998. - 32 с. - [б. ц.]. - (ID=2610-6).

7. Основы имитационного моделирования дискретных систем на языке GPSS/PC : учеб.-метод. пособие по курсу «Моделирование дискрет. систем» для студентов спец. 220100 / сост. Ш.С. Алиев ; Тверской гос. техн. ун-т, Каф. ЭВМ. - Тверь : ТвГТУ, 2004. - Дискета. - Сервер. - Текст : электронный. - [б. ц.]. - URL: <http://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/21184>. - (ID=21184-1).

7.4. Программное обеспечение по дисциплине

1. Операционная система Microsoft Windows: лицензии № ICM-176609 и № ICM-176613 (Azure Dev Tools for Teaching).

2. Microsoft Office 2019 Russian Academic: OPEN No Level: лицензия № 41902814.

7.5. Специализированные базы данных, справочные системы, электронно-библиотечные системы, профессиональные порталы в Интернет

ЭБС и лицензионные ресурсы ТвГТУ размещены:

1. Ресурсы: <https://lib.tstu.tver.ru/header/obr-res>
2. ЭКТвГТУ: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/Web>
3. ЭБС «Лань»: <https://e.lanbook.com/>
4. ЭБС «Университетская библиотека онлайн»: <https://www.biblioclub.ru/>
5. ЭБС «IPRBooks»: <https://www.iprbookshop.ru/>
6. Электронная образовательная платформа «Юрайт» (ЭБС «Юрайт»): <https://urait.ru/>
7. Научная электронная библиотека eLIBRARY: <https://elibrary.ru/>
8. Информационная система «ТЕХНОРМАТИВ». Конфигурация «МАКСИМУМ» : сетевая версия (годовое обновление): [нормативно-технические, нормативно-правовые и руководящие документы (ГОСТы, РД, СНиПы и др.]. Диск 1,2,3,4. - М. :Технорматив, 2014. - (Документация для профессионалов). - CD. - Текст : электронный. - 119600 р. – (105501-1).
9. База данных учебно-методических комплексов: <https://lib.tstu.tver.ru/header/umk.html>

УМК размещен: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/111753>.

8. Материально-техническое обеспечение

Кафедра электронных вычислительных машин имеет аудитории для проведения лекционных и лабораторных занятий по дисциплине; специализированный учебный класс для проведения компьютерных практикумов и самостоятельной работы, оснащенный современной компьютерной и офисной техникой, необходимым программным обеспечением, электронными учебными пособиями и законодательно-правовой поисковой системой, имеющий безлимитный выход в глобальную сеть.

9. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

9.1. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме экзамена

1. Шкала оценивания промежуточной аттестации в форме экзамена – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».
2. Критерии оценки и ее значения:
Для показателя «знать» (количественный критерий):
отсутствие знаний – 0 баллов,
наличие знаний – 2 балла.
Для показателя «уметь» (количественный критерий):
отсутствие умения – 0 баллов,

выполняет типовые задания с использованием стандартных алгоритмов – 1 балл,

выполняет усложненные задания на основе оригинальных алгоритмов решения или комбинации стандартных алгоритмов решения – 2 балла.

Критерии оценки за экзамен приводятся в экзаменационном билете.

3. Вид экзамена – письменный экзамен.

4. Форма экзаменационного билета.

Билет соответствует утвержденной Положением о рабочих программах дисциплин, соответствующих ФГОС ВО, форме. Типовой образец экзаменационного билета приведен в Приложении. Обучающемуся дается право выбора заданий из числа, содержащихся в билете, принимая во внимание оценку, на которую он претендует.

С целью повышения ответственности обучающегося за результат экзамена устанавливаются следующие требования:

частично правильные ответы с дробными баллами не предусмотрены;

верное выполнение задания (решения задачи) не допускает любых погрешностей по существу задания.

Число экзаменационных билетов – 25. Число вопросов (заданий) в экзаменационном билете – 3.

Продолжительность экзамена – 60 минут.

5. База заданий, предназначенных для предъявления студентам на экзамене.

Студентам предлагается перечень теоретических вопросов, содержащихся в экзаменационных билетах.

1. Перечень вопросов для проверки уровня «ЗНАТЬ»

1. Дать определение понятий: моделирование, элемент, система, сложная система, комплекс, структура, функция, структурная и функциональная организация, анализ, синтез, эффективность, показатель эффективности, критерий эффективности, оптимальная система.

2. В каких случаях моделирование оправдано и необходимо?

3. Перечислить и дать краткую характеристику способов описания структуры системы. Проиллюстрировать эти способы на примере персонального компьютера.

4. Перечислить и дать краткую характеристику способов описания функции системы. Проиллюстрировать эти способы на примере решения задачи в компьютере.

5. Способ достижения поставленной цели за счет выбора определенной структуры и функции системы называется ...?

6. Чем отличается реализация функциональной организации системы от структурной?

7. Что определяется в процессе анализа системы?

8. Что определяется в процессе синтеза системы?

9. Чем оценивается эффективность системы?

10. Чем инверсный критерий эффективности отличается от прямого?

11. Что понимается под оптимальной системой?

12. Свойства, присущие сложной системе, и их краткая характеристика.
13. В чем состоит различие между параметрами и характеристиками?
14. Перечислить состав параметров технической системы. Привести примеры структурных, функциональных, нагрузочных параметров.
15. Перечислить состав характеристик технической системы. Привести примеры мощностных, надежностных, стоимостных характеристик.
16. В чем состоит проблема выбора уровня детализации моделей?
17. Перечислить основные этапы моделирования систем.
18. Методы моделирования систем, их достоинства и недостатки.
19. Какой метод исследования систем является наиболее точным?
20. Какой метод исследования систем является наиболее универсальным?
21. Какой метод позволяет выполнять исследование систем на моделях любой степени детализации?
22. Что понимается под случайной величиной?
23. Что характеризует вероятность?
24. Как рассчитать вероятность какого-либо события?
25. Понятие и способы задания закона распределения случайной величины.
26. Понятие и свойства функции распределения случайной величины.
27. Понятие и свойства плотности распределения вероятностей.
28. Что характеризует и какую размерность имеет математическое ожидание (дисперсия; второй начальный момент; среднеквадратическое отклонение; коэффициент вариации, функция распределения, плотность распределения) случайной величины?
29. Для чего используются производящая функция и преобразование Лапласа? Для каких случайных величин используется преобразование Лапласа?
30. Понятие случайного процесса.
31. Что понимается под состоянием случайного процесса?
32. Классификация случайных процессов.
33. В чём отличие дискретного случайного процесса от непрерывного?
34. Привести примеры систем, в которых процессы непрерывными.
35. Привести примеры систем, в которых процессы дискретными.
36. В чём отличие дискретного случайного процесса с непрерывным временем от процесса с дискретным временем?
37. Понятие марковского случайного процесса.
38. Как называется процесс, в котором переход из одного состояния в другое зависит только от состояния, в котором находится процесс?
39. При каком условии случайный процесс с непрерывным временем является марковским?
40. По какому закону должны быть распределены интервалы времени между соседними переходами, чтобы дискретный случайный процесс был марковским? Ответ обосновать.
41. Состав системы имитационного моделирования GPSS World.
42. Понятие транзакта.
43. Сколько транзактов может находиться в GPSS-модели одновременно?

44. Сколько транзактов может двигаться в GPSS-модели в один и тот же момент времени?
45. В каких случаях прекращается движение транзакта в GPSS-модели?
46. Какие события в GPSS-моделях массового обслуживания приводят к изменению модельного времени?
47. Какая статистика отражается в стандартном отчёте GPSS-модели?
48. Структура оператора GPSS.
49. Типы GPSS-операторов.
50. В чём отличие операторов блоков от команд?

2. Перечень вопросов для проверки уровня «УМЕТЬ»

1. Определить математическое ожидание, второй начальный момент, дисперсию, коэффициент вариации для пуассоновского и геометрического распределений.
2. Построить многоугольники распределений для пуассоновского и геометрического законов при других значениях параметров распределений.
3. Определить математическое ожидание, второй начальный момент, дисперсию, коэффициент вариации и построить график функции и плотности равномерного распределения.
4. Записать выражения для функции и плотности равномерного распределения для следующих частных случаев, когда случайная величина принимает значения:
 - 1) в интервале $(0; b)$ при условии, что $b > 0$;
 - 2) в интервале $(a; 0)$ при условии, что $a < 0$;
 - 3) в интервалах $(a; b)$ и $(c; d)$ при условии, что $a < b < c < d$.
 Определить математическое ожидание, второй начальный момент, дисперсию, коэффициент вариации.
5. Построить графики функции и плотности распределений для указанных случаев.
6. Определить математическое ожидание, второй начальный момент, дисперсию и построить график функции и плотности экспоненциального распределения.
7. Доказать, что коэффициент вариации экспоненциального распределения равен единице.
8. Определить математическое ожидание, дисперсию, коэффициент вариации распределения Эрланга k -го порядка.
9. Доказать, что коэффициент вариации распределения Эрланга не превышает 1.
10. Построить графики функции и плотности распределений Эрланга 5-го и 8-го порядка.
11. Построить графики функции и плотности нормированного распределения Эрланга 5-го порядка и сравнить с простым распределением Эрланга.
12. Определить математическое ожидание, второй начальный момент, дисперсию, коэффициент вариации нормированного распределения Эрланга. Доказать,

что коэффициент вариации нормированного распределения Эрланга не превышает 1.

13. Построить графики функции гиперэкспоненциального распределения и сравнить с экспоненциальным распределением.

14. Определить математическое ожидание, второй начальный момент, дисперсию, коэффициент вариации гиперэкспоненциального распределения.

15. Доказать, что коэффициент вариации гиперэкспоненциального распределения превышает 1.

16. Построить график плотности гиперэрланговского распределения и сравнить с гиперэкспоненциальным.

17. Определить математическое ожидание, второй начальный момент, дисперсию, коэффициент вариации гиперэрланговского распределения.

18. Доказать, что коэффициент вариации гиперэрланговского распределения может принимать любое значение.

19. Перечислить методы генерирования равномерно распределенных случайных величин.

20. Пояснить суть метода квадратов (произведений) для генерирования равномерно распределенных случайных величин.

21. Пояснить суть мультипликативного конгруэнтного метода генерирования равномерно распределенных случайных величин.

22. Обосновать понятие длины периода генератора случайных величин.

23. Обосновать типы проверок генераторов случайных величин.

24. Перечислить тесты проверки на случайность генераторов случайных величин.

25. Провести тест проверки частот, пар, комбинаций, серий, корреляций генераторов равномерно распределённых случайных величин.

26. Перечислить методы генерирования случайных величин с заданным законом распределения.

27. Обосновать суть аналитического метода (метода обратных функций) генерирования случайных величин с заданным законом распределения?

28. Проиллюстрировать на графике идею аналитического метода генерирования случайных величин с заданным законом распределения?

29. Проиллюстрировать идею аналитического метода (метода обратных функций) генерирования случайных величин на примере экспоненциального закона распределения?

30. Привести примеры генерирования случайных величин с заданным законом распределения, основанного на функциональных особенностях распределений (метод композиций)?

31. Перечислить элементы языка GPSS World.

32. Дать классификацию объектов системы имитационного моделирования GPSS World.

33. Использовать операторы GENERATE, TERMINATE, ADVANCE, SEIZE, RELEASE, QUEUE, DEPART, ENTER, LEAVE, TEST, TRANSFER, PRIORITY, PREEMPT, RETURN, LOGIC, GATE, MARK, ASSIGN, TABULATE.

34. Назначение команд FUNCTION, STORAGE, TABLE, QTABLE, VARIABLE, CLEAR, CONTINUE, HALT, INCLUDE, REPORT, RESET, SHOW, START, STEP, STOP.

35. Объяснить на примере, почему марковский процесс с разложимой и периодической матрицей вероятностей переходов не обладает эргодическим свойством?

36. Определить, обладает ли эргодическим свойством случайный процесс с дискретным временем с заданной матрицей вероятностей переходов P , сопроводив ответ необходимыми пояснениями.

3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ»

1. Дискретная случайная величина X принимает значения: 1; 2; 3 с вероятностями 0,2; 0,3; 0,5 соответственно.

а) Нарисовать график функции распределения дискретной случайной величины X .

б) Вычислить математическое ожидание, дисперсию, второй начальный момент, среднеквадратическое отклонение и коэффициент вариации случайной величины X .

2. Дано: $x_1 = 1$; $x_2 = 2$; $x_3 = 1$; $p_1 = 0,2$; $p_2 = 0,3$; $p_3 = 0,5$.

Требуется:

а) нарисовать $F(x)$;

б) вычислить $M[X]$, $D[X]$, $\sigma[X]$, $v[X]$.

3. Задан фрагмент GPSS-модели:

```
GENERATE 20, 10
SEIZE DIC
ADVANCE 10.5
RELEASE DIC
TERMINATE
GENERATE 100000
TERMINATE 1
START 10
```

Требуется: а) Нарисовать и подробно описать модель исследуемой системы (с указанием всех параметров). б) Пояснить, когда (по какому условию) завершится моделирование. в) Определить, существует ли стационарный режим в системе (с необходимыми обоснованиями, расчетами и пояснениями). г) Рассчитать среднее число заявок, которые пройдут через систему за время моделирования.

4. Известны вероятности состояний двухузловой замкнутой СеМО: $P(0,4)=0,4$; $P(1,3)=0,1$; $P(2,2)=0,2$; $P(3,1)=0,2$; $P(4,0)=0,1$, где состояние (M_1, M_2) задает число заявок в одноканальном узле 1 и трехканальном узле 2 соответственно. Определить среднее число заявок в СеМО, находящихся в состоянии ожидания.

5. Известны вероятности состояний трехузловой замкнутой СеМО: $P(0,0,2)=0,2$; $P(0,1,1)=0,1$; $P(0,2,0)=0,15$; $P(1,0,1)=0,35$; $P(1,1,0)=0,15$; $P(2,0,0)=0,05$,

где состояние (M_1, M_2, M_3) задает число заявок в узле 1, 2, 3 соответственно. Определить среднее число параллельно работающих узлов ЗСеМО.

6. Известны вероятности состояний трехузловой замкнутой СеМО: $P(0,0,2)=0,1$; $P(0,1,1)=0,3$; $P(0,2,0)=0,4$; $P(1,0,1)=0,05$; $P(1,1,0)=0,05$; $P(2,0,0)=0,1$. Длительности обслуживания заявок во всех одноканальных узлах одинаковы. Определить значения коэффициентов передач второго и третьего узлов сети, если известно, что коэффициент передачи первого узла равен 2.

7. Известны вероятности состояний трехузловой ЗСеМО: $P(2,0,0)=0,05$; $P(1,1,0)=0,25$; $P(0,2,0)=0,1$; $P(1,0,1)=0,1$; $P(0,1,1)=0,3$; $P(0,0,2)=0,2$. Определить производительность ЗСеМО, если известно, что коэффициент передачи третьего узла (двухканального) равен 2, а средняя длительность обслуживания заявок в этом узле равна 0,1 с.

8. Система содержит два обслуживающих прибора и накопитель единичной емкости (для одной заявки). В систему поступает простейший поток заявок с интенсивностью λ . Заявки с равной вероятностью попадают в один из них, если оба прибора свободны, и занимают свободный прибор, когда другой прибор занят обслуживанием. Когда оба прибора заняты, заявка заносится в накопитель, если он свободен, или теряется, если накопитель занят. Длительность обслуживания заявок в обоих приборах распределена по гиперэкспоненциальному закону, причем первый прибор работает с вдвое большей скоростью. Нарисовать модель системы и размеченный граф переходов марковского процесса с необходимыми для понимания комментариями. Составить систему уравнений для стационарных вероятностей.

9. Система содержит два обслуживающих прибора и накопитель единичной емкости (для одной заявки). В систему поступают заявки с интенсивностью λ . Если оба прибора свободны, то поступившая заявка всегда попадает в первый прибор, и занимают свободный прибор, когда другой прибор занят обслуживанием. Когда оба прибора заняты, заявка заносится в накопитель, если он свободен, или теряется, если накопитель занят. Первый прибор работает с вдвое меньшей скоростью.

- 1) Сформулировать условия (предположения и допущения), при которых случайный процесс, протекающий в системе, будет марковским.
- 2) Нарисовать модель системы.
- 3) Выполнить кодирование марковского процесса.
- 4) Нарисовать размеченный граф переходов марковского процесса.
- 5) Выписать систему уравнений для определения стационарных вероятностей состояний.
- 6) Сформулировать условия, при которых марковский процесс обладает эргодическим свойством.

10. На автозаправочной станции (АЗС) имеется две колонки: одна для заправки легковых автомобилей бензином и другая для заправки грузовых автомобилей дизельным топливом. На станцию прибывают автомобили со средним интервалом между моментами прибытия T_0 минут, причём легковые автомобили прибывают в 4 раза чаще, чем грузовые. Время заправки легковых автомобилей в среднем составляет X минут, а грузовых – в два раза больше. Перед АЗС имеется площадка для

ожидания прибывающих автомобилей, на которой могут разместиться один грузовой или два легковых автомобиля. Если площадка занята, то автомобили покидают АЗС не заправившись. 1) Сформулировать предположения и допущения, при которых процесс функционирования бензозаправочной станции можно рассматривать как марковский. 2) Нарисовать и подробно описать модель в терминах теории массового обслуживания. 3) Выполнить кодирование и нарисовать размеченный граф переходов марковского процесса. 4) Сформулировать требования, при которых марковский процесс будет обладать эргодическим свойством.

11. В мужской парикмахерской работает один мастер. Средний интервал между моментами прихода клиентов составляет X минут. Каждый клиент просит сначала побрить, а затем постричь. Мастер тратит на каждую из этих операций случайное время со средним значением Y минут. В парикмахерской имеется одно кресло для ожидания. Если кресло занято, то очередной пришедший клиент уходит из парикмахерской не обслуженным. 1) Сформулировать предположения и допущения, при которых процесс функционирования парикмахерской можно рассматривать как марковский. 2) Нарисовать и подробно описать модель в терминах теории массового обслуживания. 3) Выполнить кодирование марковского процесса. 4) Нарисовать размеченный граф переходов марковского процесса. 5) Выписать систему уравнений для определения вероятностей состояний. 6) Сформулировать требования, при которых марковский процесс обладает эргодическим свойством.

12. В парикмахерскую, в которой работают мастер и ученик, приходят клиенты в среднем с интервалом t_1 минут. Пришедший клиент направляется к мастеру, если он свободен, и к ученику, в противном случае. Когда мастер и ученик заняты, клиент располагается в зале на имеющемся там единственном стуле для ожидания, если он свободен. Если стул занят, то пришедший клиент покидает парикмахерскую. Мастер работает вдвое быстрее, чем ученик. 1) Сформулировать условия, при которых процесс функционирования парикмахерской можно представить в виде марковского процесса. 2) Нарисовать детальную модель системы с подробным ее описанием. 3) Выполнить кодирование состояний и нарисовать размеченный граф переходов марковского процесса. 4) Составить систему уравнений для стационарных вероятностей.

13. В одноканальную СМО поступают 2 простейших потока заявок с интенсивностями 0,1 и 0,2 заявок в секунду; длительности их обслуживания соответственно 2 и 4 секунды. Чему будет равно среднее время ожидания заявок 1-го класса при использовании беспriorитетной дисциплины?

14. В одноканальную СМО поступают 2 класса заявок с интенсивностями 0,1 и 0,2 заявок в секунду. Длительности их обслуживания соответственно 2 и 3 секунды. Среднее время ожидания заявок при использовании беспriorитетной дисциплины обслуживания – 5 секунд. После введения приоритетов среднее время ожидания заявок 1-го класса стало равно 2 секундам. Чему равно среднее время ожидания заявок 2-го класса?

15. В систему поступают заявки трех классов с интенсивностями 2, 1 и 0,5 заявок в секунду соответственно. Сформулировать условия, при которых среднее время пребывания заявок всех классов будет одинаково.

16. В одноканальную систему обслуживания поступают заявки двух классов с интенсивностями 0,5 и 2 заявки в секунду. Интенсивности их обслуживания соответственно равны 5 и 1,25 заявок в секунду. а) При каких условиях время пребывания заявок 2-го класса будет равно 0,8 секунды? б) Чему будет равно время пребывания заявок 2-го класса, если при тех же условиях интенсивность поступления заявок 1-го класса увеличится в два раза? в) Чему будет равно время пребывания заявок 2-го класса, если при тех же условиях интенсивность их поступления увеличится в два раза? г) Чему будет равно время пребывания заявок 2-го класса, если при тех же условиях интенсивность их обслуживания увеличится в два раза?

17. В замкнутой двухузловой СеМО циркулирует одна заявка, которая последовательно переходит из одного узла в другой. Длительность обслуживания в узлах распределена по экспоненциальному закону с одним и тем же средним значением, равным 5 минут. По какому закону распределено время пребывания заявки в сети? Определить производительность замкнутой СеМО.

18. В замкнутой двухузловой СеМО циркулирует одна заявка, которая последовательно переходит из одного узла в другой. Длительности обслуживания в узлах 1 и 2 сети соответственно равны 2 и 3 с. Определить: а) коэффициенты простоя узлов замкнутой СеМО; б) среднее число заявок, находящихся в каждом из узлов СеМО.

19. В замкнутой двухузловой СеМО циркулирует 4 заявки, которые последовательно переходят из одного узла в другой. Длительности обслуживания заявок в узлах сети одинаковы и равны 2 с. Среднее время ожидания заявок в узле 1 равно 3 с. Определить: а) производительность замкнутой СеМО; б) загрузку узлов сети; в) среднее число заявок, находящихся в состоянии ожидания.

20. В разомкнутую СеМО поступают заявки с интервалом 5 секунд. Время пребывания заявок в сети равно 15 секунд. Определить среднее число заявок в сети и интенсивность выходящего из сети потока заявок.

21. Средние времена ожидания заявок в узлах трехузловой СеМО соответственно равны: 1, 2 и 4 секунды, а коэффициенты простоя узлов равны 0,8; 0,4; 0,7. Определить среднее время ожидания заявок в сети, если известно, что длительности обслуживания заявок во всех узлах одинаковы и коэффициент передачи узла 1 равен 2.

22. Непрерывная случайная величина равномерно распределена в интервале (-30; +20). Нарисовать график плотности и функции распределения случайной вели-

чины. Определить: а) математическое ожидание случайной величины; б) вероятность того, что случайная величина принимает положительные значения. Дано: равномерно распределённая случайная величина в интервале $(-30; +20)$.

Требуется:

- 1) нарисовать $f(x)$ и $F(x)$;
- 2) вычислить $M[X]$;
- 3) определить $\Pr(X \geq 0) = 1 - F(0)$.

23. В систему поступают заявки с интервалом 80 секунд. Чему равно среднее число заявок, которые поступят в систему в течение 50-ти минут, в случае: а) детерминированного потока; б) простейшего потока; в) случайного потока?

24. В систему поступают заявки двух классов со средним интервалом между соседними заявками 0,2 с и 2 с соответственно. Определить суммарную интенсивность поступления заявок в систему. По какому закону распределены интервалы между заявками суммарного потока?

25. В систему поступают заявки трех классов со средним интервалом между соседними заявками 0,1 с; 0,2 с и 2 с соответственно. Определить суммарную интенсивность поступления заявок в систему. Чему равен коэффициент вариации интервалов между заявками суммарного потока?

26. В двухканальную СМО поступает простейший поток заявок со средним интервалом между соседними заявками 0,2 с, причем каждая третья заявка направляется ко второму прибору. Чему равна интенсивность потока заявок ко второму прибору? По какому закону распределены интервалы между заявками потока ко второму прибору?

27. В двухканальную СМО поступает простейший поток заявок с интенсивностью 15 заявок в секунду, причем с вероятностью $1/3$ заявка направляется ко второму прибору. Чему равна интенсивность потока заявок к первому прибору? Чему равен коэффициент вариации интервалов между заявками потока к первому прибору?

28. Задан граф интенсивностей переходов для процесса размножения и гибели. В момент времени t процесс находится в состоянии E_i , составьте систему уравнений с учетом, что процесс находится в состоянии равновесия.

29. Заданы вероятности переходов, представленные в виде матрицы:

$$\begin{array}{c}
 E_0 \quad E_1 \quad E_2 \quad E_3 \\
 E_0 \quad 0 \quad 0.2 \quad 0.8 \quad 0 \\
 E_1 \quad 0.5 \quad 0 \quad 0 \quad 0.5 \\
 E_2 \quad 0.5 \quad 0 \quad 0 \quad 0.5 \\
 E_3 \quad 0 \quad 0.4 \quad 0.6 \quad 0
 \end{array}
 \quad T = \left[\begin{array}{c} \\ \\ \\ \\ \end{array} \right],$$

и начальные вероятности $P_0(0)=0,7$, $P_1(0)=P_2(0)=P_3(0)=0,1$.

Составить граф переходов для этого процесса и определить вероятности состояний на различные моменты времени.

30. Моделировать СМО типа G/G/1 с дисциплиной обслуживания FIFO. Законы распределения:

- Входных потоков заявок – Эрланг 2 порядка
- Времени обслуживания в приборе – равномерный.
- Количество обслуживающих приборов – 1.

1. Параметры законов распределения выбрать самостоятельно.

2. Рассчитать параметры работы данной системы если загрузка прибора = 0,8, подставить эти значения в нашу программу и доказать что загрузка системы должна соответствовать заданному значению.

9.2. Оценочные средства промежуточной аттестации в форме зачёта

Учебным планом промежуточная аттестация в форме зачёта не предусмотрена.

9.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации в форме курсового проекта или курсовой работы

Учебным планом курсовая работа или курсовой проект по дисциплине не предусмотрены.

10. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Студенты перед началом изучения дисциплины ознакомлены с системами кредитных единиц и балльно-рейтинговой оценки.

Студенты, изучающие дисциплину, обеспечиваются электронными изданиями или доступом к ним, учебно-методическим комплексом по дисциплине.

11. Внесение изменений и дополнений в рабочую программу дисциплины

Содержание рабочих программ дисциплин ежегодно обновляется протоколами заседаний кафедры по утвержденной «Положением о структуре, содержании и оформлении рабочих программ дисциплин по образовательным программам, соответствующим ФГОС ВО с учетом профессиональных стандартов» форме.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тверской государственный технический университет»

Направление подготовки бакалавров 09.03.01 Информатика и вычислительная техника

Направленность (профиль): Вычислительные машины, комплексы, системы и сети

Кафедра «Электронные вычислительные машины»

Дисциплина «Моделирование дискретных систем»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 2 балла:

Какие события в GPSS-моделях массового обслуживания приводят к изменению модельного времени?

- 1) основные
- 2) вспомогательные
- 3) псевдо-основные
- 4) все перечисленные выше
- 5) никакие

<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5
-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------

2. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 1 балл:

Сколько транзактов может находиться в GPSS-модели одновременно?

- 1) 1
- 2) не более 2
- 3) сколько указано в параметре D блока GENERATE
- 4) ∞
- 5) 1000 000

<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5
-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------

3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балл:

Заданы вероятности переходов, представленные в виде матрицы:

$$T = \begin{matrix} & \begin{matrix} E_0 & E_1 & E_2 & E_3 \end{matrix} \\ \begin{matrix} E_0 \\ E_1 \\ E_2 \\ E_3 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0 & 0.2 & 0.8 \\ 0.5 & 0 & 0 \\ 0.5 & 0 & 0 \\ 0 & 0.4 & 0.6 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

и начальные вероятности $P_0(0)=0,7$, $P_1(0)=P_2(0)=P_3(0)=0,1$.
Определить вероятности состояний на момент времени t_2 .

- 1) $P_0(t_2) = 0.1; P_1(t_2) = 0.18; P_2(t_2) = 0.62; P_3(t_2) = 0.1;$
- 2) $P_0(t_2) = 0.4; P_1(t_2) = 0.06; P_2(t_2) = 0.14; P_3(t_2) = 0.4;$
- 3) $P_0(t_2) = 0.25; P_1(t_2) = 0.35; P_2(t_2) = 0.3; P_3(t_2) = 0.1;$
- 4) $P_0(t_2) = 0.1; P_1(t_2) = 0.1; P_2(t_2) = 0.1; P_3(t_2) = 0.7;$
- 5) $P_0(t_2) = 0.25; P_1(t_2) = 0.25; P_2(t_2) = 0.25; P_3(t_2) = 0.25;$

<input type="radio"/>	1	<input type="radio"/>	2	<input type="radio"/>	3	<input type="radio"/>	4	<input type="radio"/>	5
-----------------------	---	-----------------------	---	-----------------------	---	-----------------------	---	-----------------------	---

Критерии итоговой оценки за экзамен:

- «отлично» – при сумме баллов 5 или 6;
- «хорошо» – при сумме баллов 4;
- «удовлетворительно» – при сумме баллов 3;
- «неудовлетворительно» – при сумме баллов 0, 1 или 2.

Составитель: доцент _____ Ф.Н. Абу-Абед

Заведующий кафедрой ЭВМ _____ А.Р. Хабаров