

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»



Г.П. Старинов

05 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Математическое и имитационное моделирование

Направление подготовки	09.03.03 Прикладная информатика
Направленность (профиль) образовательной программы	Прикладная информатика в экономике
Квалификация выпускника	бакалавр
Год начала подготовки (по учебному плану)	2019
Форма обучения	очная
Технология обучения	традиционная

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
3	5, 6	9

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
Экзамен Экзамен	МОПЭВМ

Комсомольск-на-Амуре 2019

Разработчик рабочей программы
к.т.н., доцент

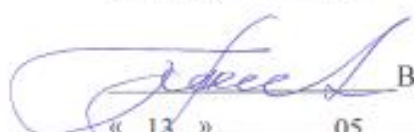
 А.В. Инзарцев
« 13 » 05 2019 г.

СОГЛАСОВАНО

Директор библиотеки

 И.А. Романовская
« 14 » 05 2019 г.

Заведующий кафедрой
(обеспечивающей) «МОПЭВМ»

 В.А. Тихомиров
« 13 » 05 2019 г.

Руководитель
образовательной программы

 А.В. Высоцкая
« 13 » 05 2019 г.

Декан факультета «ФКТ»

 Я.Ю. Григорьев
« 13 » 05 2019 г.

Начальник учебно-методического управления

 Е.Е. Поздесева
« 14 » 05 2019 г.

1 Общие положения

Рабочая программа дисциплины «Математическое и имитационное моделирование» составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 922 от 19.09.2017, и основной профессиональной образовательной программы подготовки «Прикладная информатика в экономике» по направлению 09.03.03 Прикладная информатика.

Задачи дисциплины	Получение знаний о методах математического и имитационного моделирования для проведения анализа социально-экономических задач и процессов. Выработка и закрепление умения решать профессиональные задачи с использованием моделей систем массового обслуживания и методов дискретно-событийного моделирования. Приобретение навыков анализа социально-экономических задач с использованием методов имитационного моделирования.
Основные разделы / темы дисциплины	Основы моделирования. Статистический метод моделирования. Моделирование случайных событий, Элементы теории систем массового обслуживания (СМО). Инструменты имитационного моделирования.

2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины «Математическое и имитационное моделирование» направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 1):

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Код по ФГОС	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Общепрофессиональные		
ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности;	ОПК-1.1 Знает основы математики, естественнонаучных дисциплин, вычислительной техники и программирования ОПК-1.2 Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования ОПК-1.3 Владеет навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной	Знать: - принципы создания программ для решения прикладных задач с использованием модели систем массового обслуживания - принципы создания программ для решения задач с использованием методов имитационного моделирования. Уметь: - создавать программы для решения профессиональных задач методами имитационного моделирования; - программировать среду имитационного моделирования

Код по ФГОС	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
	деятельности	для решения профессиональных задач. Владеть: - навыками создания программ для решения прикладных задач методами имитационного моделирования; - навыки программирования в среде имитационного моделирования.
ОПК-6 Способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования;	ОПК-6.1 Знает основы теории систем и системного анализа, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики, методов оптимизации и исследования операций, нечетких вычислений, математического и имитационного моделирования ОПК-6.2 Умеет применять методы теории систем и системного анализа, математического, статистического и имитационного моделирования для автоматизации задач принятия решений, анализа информационных потоков, расчета экономической эффективности и надежности информационных систем и технологий ОПК-6.3 Владеет навыками проведения инженерных расчетов основных показателей результативности создания и применения информационных систем и технологий	Знать: - методы оценки и прогноза состояния экономических и технических объектов с использованием математических моделей - методы моделирования состояния экономических и технических объектов. Уметь: - использовать модели дискретно-событийного моделирования и модели систем массового обслуживания для решения прикладных задач. Владеть: - навыками анализа организационно-технических и экономических процессов с использованием модели систем массового обслуживания - навыками анализа организационно-технических и экономических процессов с использованием методов имитационного моделирования.

3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Математическое и имитационное моделирование» изучается на 3 курсе(ах) в 5,6 семестре(ах).

Дисциплина входит в состав блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к обязательной части.

Для освоения дисциплины необходимы знания, умения, навыки, сформированные в процессе изучения дисциплин: информационные технологии, линейная алгебра и аналитическая геометрия; экономика и организация предприятия; математический анализ, концепция современного естествознания, дискретная математика; теория систем и системный анализ; теория вероятностей и математическая статистика.

Знания, умения и навыки, сформированные при изучении дисциплины «Математическое и имитационное моделирование», будут востребованы при прохождении производственных практик и при изучении последующих дисциплин: технологии анализа данных, экономика программной инженерии.

□

4 Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 9 з.е., 324 акад. час.

Распределение объема дисциплины (модуля) по видам учебных занятий представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Объем дисциплины (модуля) по видам учебных занятий

Объем дисциплины	Всего академических часов
Общая трудоемкость дисциплины	324
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий), всего	136
В том числе:	
занятия лекционного типа (лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации педагогическими работниками)	68
занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия)	68
Самостоятельная работа обучающихся и контактная работа , включающая групповые консультации, индивидуальную работу обучающихся с преподавателями (в том числе индивидуальные консультации); взаимодействие в электронной информационно-образовательной среде вуза	116
Промежуточная аттестация обучающихся – Экзамен	72

5 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебной работы

Таблица 3 – Структура и содержание дисциплины (модуля)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			СРС
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия	
Основы моделирования. Формальные модели объектов (динамические, статические модели). Основные подходы при построении математических моделей процессов	4	-	-	3
Статистический метод моделирования. Моделирование случайных событий. Использование метода Монте-Карло при исследовании систем со случайными параметрами. Моделирование случайных событий: простого события; полной группы несовместных событий; дискретной случайной величины; непрерывных случайных величин; случайных величин с показательным распределением; равномерным распределением на произвольном интервале (a,b); нормальным распределением; с усеченным нормальным распределением. Моделирование потоков событий. Ординарные, регулярные, стационарные, потоки с последствием. Модельное время. Пуассоновские потоки, неординарные потоки, нестационарные, потоки с последствием.	16	-	16	20
Теория систем массового обслуживания. Классификация систем массового обслуживания. Понятие марковского процесса. Уравнения Колмогорова. Модели процессов гибели и размножения. Показатели эффективности работы систем массового обслуживания: (одноканальные и многоканальные системы с отказами, одноканальные системы и многоканальные системы с ограниченной очередью, с неограниченной очередью, многоканальные системы с ограниченной очередью, с неограниченной очередью.	14	-	18	18
Инструменты имитационного моделирования: назначение языков и систем моделирования, классификация языков и систем моделирова-	34		34	76

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			СРС
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия	
ния, их основные характеристики, технологические возможности современных симуляторов. Модели сетевого планирования. Сетевые графики. Оптимизация сетевых графиков. Высокотехнологичные симуляторы нового поколения и их инструментальные возможности. Основные элементы дискретно-событийного (процессного) подхода к моделированию. Прикладные аспекты имитационного моделирования: основные элементы моделей пешеходного моделирования, системной динамики, агентный подход.				
ИТОГО по дисциплине	68		68	116

6 Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)

При планировании самостоятельной работы студенту рекомендуется руководствоваться следующим распределением часов на самостоятельную работу (таблица 4):

Таблица 4 – Рекомендуемое распределение часов на самостоятельную работу

Компоненты самостоятельной работы	Количество часов
Изучение теоретических разделов дисциплины	38
Подготовка к занятиям семинарского типа	52
Подготовка и оформление РГР РГР	26
	116

**7 Оценочные средства для проведения текущего контроля
и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

Таблица 4 – Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Формируемая компетенция	Наименование оценочного средства	Показатели оценки
Основы моделирования	ОПК-6	Вопросы к эк- замену	Знание методов моделиро- вания состояния экономи- ческих и технических объ- ектов, методов оценки и прогноза состояния эконо- мических и технических объектов с использованием математических моделей
Статистический метод моделирования.		Лабораторные работы	Умение использовать мо- дели дискретно- событийного моделирова- ния и модели систем мас- сового обслуживания для решения прикладных за- дач. Владение навыками анали- за организационно- технических и экономиче- ских процессов с использо- ванием модели систем мас- сового обслуживания, навыками анализа органи- зационно-технических и экономических процессов с использованием методов имитационного моделиро- вания.
Теория систем массового обслуживания		Лабораторные работы	Умение использовать мо- дели дискретно- событийного моделирова- ния и модели систем мас- сового обслуживания для решения прикладных за- дач. Владение навыками анали- за организационно- технических и экономиче- ских процессов с использо- ванием модели систем мас- сового обслуживания, навыками анализа органи- зационно-технических и экономических процессов с использованием методов

			имитационного моделирования.
		РГР	Умение использовать модели дискретно-событийного моделирования для решения прикладных задач. Владение навыками анализа организационно-технических и экономических процессов с использованием модели систем массового обслуживания и методов имитационного моделирования.
Инструменты имитационного моделирования	ОПК-1	Вопросы к экзамену	Знание принципов создания программ для решения прикладных задач с использованием модели систем массового обслуживания, принципов создания программ для решения задач с использованием методов имитационного моделирования.
		Лабораторные работы	Умение создавать программы для решения профессиональных задач методами имитационного моделирования, программировать среду имитационного моделирования для решения профессиональных задач. Владение навыками создания программ для решения прикладных задач методами имитационного моделирования, программирования в среде имитационного моделирования.
		РГР	Умение программировать среду имитационного моделирования для решения профессиональных задач. Владение навыками программирования в среде имитационного моделирования

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, представлены в виде технологической карты дисциплины

плины (таблица 5).

Таблица 5.1 – Технологическая карта

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 семестр <i>Промежуточная аттестация в форме Экзамен</i>				
	Лабораторные работы	В течение трёх недель с даты выдачи	10 баллов (за каждую из 7 лабораторных работ)	- Выполнено без ошибок и в срок – 10 баллов; - Нарушены сроки сдачи – минус 1 балл; - Допущены погрешности не принципиального характера – минус 1 балла; - Допущены незначительные ошибки, исправленные под руководством преподавателя – минус 2 балла.
	Расчётно-графическая работа	В течение четырёх недель с даты выдачи	30 баллов	- Выполнено без ошибок и в срок – 55 баллов; - Нарушены сроки сдачи – минус 5 баллов; - Допущены погрешности не принципиального характера – минус 8 баллов; - Допущены незначительные ошибки, исправленные под руководством преподавателя – минус 11 баллов.
	Текущий контроль:	-	100 баллов	-
	Экзамен:	-	60 баллов	- Ответ на каждый из двух вопросов экзаменационного билета без ошибок – 30 баллов; - В ответе на каждый из двух вопросов допущено не более двух неточностей или одной грубой ошибки – 24 балла; - В ответе на каждый из двух вопросов допущено не более трех-четырех неточностей или двух грубых ошибок – 18 баллов; - В ответе на каждый из двух вопросов допущено более трёх ошибок – за ответ на данный вопрос баллы не насчитываются.
	ИТОГО:	-	160 баллов	-
Критерии оценки результатов обучения по дисциплине: 0 – 64 % от максимально возможной суммы баллов – «неудовлетворительно» (недостаточный уровень для промежуточной аттестации по дисциплине); 65 – 74 % от максимально возможной суммы баллов – «удовлетворительно» (пороговый (минимальный) уровень); 75 – 84 % от максимально возможной суммы баллов – «хорошо» (средний уровень); 85 – 100 % от максимально возможной суммы баллов – «отлично» (высокий (макси-				

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
мальный) уровень)				

Таблица 5.2 – Технологическая карта

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
6 семестр <i>Промежуточная аттестация в форме Экзамен</i>				
	Лабораторные работы	В течение трёх недель с даты выдачи	10 баллов (за каждую из 6 лабораторных работ)	- Выполнено без ошибок и в срок – 10 баллов; - Нарушены сроки сдачи – минус 1 балл; - Допущены погрешности не принципиального характера – минус 1 балла; - Допущены незначительные ошибки, исправленные под руководством преподавателя – минус 2 балла.
	Расчётно-графическая работа	В течение четырёх недель с даты выдачи	30 баллов	- Выполнено без ошибок и в срок – 55 баллов; - Нарушены сроки сдачи – минус 5 баллов; - Допущены погрешности не принципиального характера – минус 8 баллов; - Допущены незначительные ошибки, исправленные под руководством преподавателя – минус 11 баллов.
	Текущий контроль:	Текущий контроль:	90 баллов	-
	Экзамен:	Экзамен:	60 баллов	- Ответ на каждый из двух вопросов экзаменационного билета без ошибок – 30 баллов; - В ответе на каждый из двух вопросов допущено не более двух неточностей или одной грубой ошибки – 24 балла; - В ответе на каждый из двух вопросов допущено не более трех-четырех неточностей или двух грубых ошибок – 18 баллов; - В ответе на каждый из двух вопросов допущено более трёх ошибок – за ответ на данный вопрос баллы не насчитываются.
	ИТОГО:	ИТОГО:	150 баллов	-
Критерии оценки результатов обучения по дисциплине: 0 – 64 % от максимально возможной суммы баллов – «неудовлетворительно» (недо-				

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
	статочный уровень для промежуточной аттестации по дисциплине); 65 – 74 % от максимально возможной суммы баллов – «удовлетворительно» (пороговый (минимальный) уровень); 75 – 84 % от максимально возможной суммы баллов – «хорошо» (средний уровень); 85 – 100 % от максимально возможной суммы баллов – «отлично» (высокий (максимальный) уровень)			

Задания для текущего контроля

Типовые задания для лабораторных работ

Тема: Статистический метод моделирования

Лабораторная работа «Статистическое моделирование. Метод Монте-Карло»

1) Найдите площадь криволинейной трапеции с использованием метода Монте-Карло. Границы интегрирования задайте самостоятельно. Сравните решение с использованием метода Монте-Карло с точным значением интеграла. 1) Местонахождение Роспатента.

2) Определите методом Монте-Карло площадь пятиугольника. Координаты углов задайте самостоятельно.

Тема: Статистический метод моделирования.

Лабораторная работа «Статистическое моделирование бросания монет»

Разработать математическую модель и на её основе найти вероятность выпадения монеты орлом кверху при падении её с высоты случайным образом.

Тема: Статистический метод моделирования.

Лабораторная работа «Статистическое моделирование случайных событий»

Разработать математическую модель вытаскивания по одной карте из колоды. В колоде карты четырёх мастей по N карт каждой масти. Карты в колоду не возвращаются.

Тема: Статистический метод моделирования.

Лабораторная работа «Задачи управления ресурсами»

1) Система включает в себя заданное число узлов. Вероятность того, что какой-либо узел находится в неработоспособном состоянии, указана в таблице. Построить имитационную модель и с её помощью определить вероятность нахождения в работоспособном состоянии всей системы.

2) Имеются усреднённые данные о дневных продажах телевизоров некоторой модели:

Исходный уровень запасов составляет 11 штук.

В конце каждого дня проверяется наличное количество телевизоров. Когда оно становится равно или меньше 3 штук (точка заказа), размещается заказ на новую партию из 8 телевизоров.

Заказ исполняется на второй день с даты его размещения, товар завозится в начале рабочего дня.

Требуется определить:

а) Частость появления дней с дефицитом товара.

б) До какого количества телевизоров надо увеличить точку заказа, чтобы вероятность возникновения дефицита была меньше 0,1%.

Тема: Теория систем массового обслуживания.

Лабораторная работа «Моделирование потоков событий»

1) Имеется поток изделий, приходящих на технологическую операцию. Изделия приходят случайным образом – в среднем M штук за сутки (интенсивность потока $\lambda = M/24$ [ед/час]). Необходимо промоделировать этот процесс в течение T_n часов.

2) Имеется поток партий изделий, приходящих на технологическую операцию. Партии приходят случайным образом – в среднем M партий за сутки (интенсивность потока $\lambda = M/24$ [ед/час]). При этом размер партии колеблется случайно по нормальному закону: средний размер партии P составляет n штук (математическое ожидание $m_r = n$), среднее квадратическое отклонение количества деталей в партии составляет σ .

Дополните предыдущую модель (рисунки 1, 2) и промоделируйте описанный процесс в течение T_n часов.

3) Среднее количество за час машин скорой помощи, покидающих станцию по вызовам населения большого города, меняется в течение суток. Наибольшее количество вызовов падает на интервалы с 23 до 01 часа ночи и с 05 до 07 утра, в остальные часы интенсивность потока вызовов меньше.

4) Рассмотрим пример выхода из строя лампочек на опоре уличного освещения. Примем время наблюдения $T_n = 100$ лет. Из паспортных данных на эти изделия известно, что среднее время работы изделия на отказ составляет 1,5 года; среднее квадратическое отклонение – 0,5 года.

Требуется создать программу, генерирующую поток Эрланга k -го порядка с заданными произвольными параметрами T_n , M_k , σ_k .

Работоспособность программы проверить на примере. Проверить на модели, как изменится поток заявок при уменьшении σ_k в 10 раз и в 50 раз.

Тема: Теория систем массового обслуживания.

Лабораторная работа «Моделирование одноканальной системы массового обслуживания с отказами»

Известно, что заявки на «горячую линию» поступают с интенсивностью λ , равной 90 заявок в час, а средняя продолжительность разговора по телефону $t_{об} \sim 2$ мин. Определить показатели эффективности работы СМО («горячей линии») при наличии одного телефонного номера.

1) Используя уравнения Колмогорова, решить задачу в замкнутом виде в среде Mathcad.

2) Используя генератор случайных чисел разработать и реализовать математическую модель, имитирующую работу «горячей линии» в течение 10 суток, т.е. время наблюдения $T_n = 240$. Найти показатели эффективности системы. Сравнить с результатами решения в замкнутом виде.

3) Построить график, иллюстрирующий возникновение событий в системе на интервале времени от 0 до 0,5 часа.

4) Как изменятся значения показателей эффективности «горячей линии» и вид графика, иллюстрирующего возникновение событий в системе, если время обслуживания заявок распределено не по показательному закону, а по закону нормального распределения с характеристиками $t_{об} \sim 2$ мин (2/60 часа), среднее квадратическое отклонение $\sigma = t_{об}/5$.

Тема: Теория систем массового обслуживания.

Лабораторная работа «Показатели эффективности систем массового обслуживания»

1) Подъемный кран обслуживает 10 грузовых автомобилей. Как только загрузка автомобиля заканчивается, кран переходит к обслуживанию следующего автомобиля. Длительность загрузки одного автомобиля распределена экспоненциально с математическим ожиданием 30 минут. Длительность перемещения подъемного крана к месту погрузки продукции на следующий грузовой автомобиль так же распределена экспоненциально с математическим ожиданием 10 минут.

Вычислите:

а) долю времени, в течении которого подъемный кран простаивает
б) среднее число грузовых автомобилей, ожидающих загрузки. Пусть стоимость функционирования подъемного крана составляет 7ед. в час. Простой грузового автомобиля, связанный с ожиданием загрузки, оценивается в 15 ед.

2) Пусть n -канальная СМО представляет собой вычислительный центр (ВЦ) с тремя ($n=3$) взаимозаменяемыми ПЭВМ для решения поступающих задач. Поток задач, поступающих на ВЦ, имеет интенсивность $\lambda=1$ задача в час. Средняя продолжительность обслуживания $t_{об}=1,8$ час. Требуется вычислить значения:

- вероятности числа занятых каналов ВЦ;
- вероятности отказа в обслуживании заявки;
- относительной пропускной способности ВЦ;
- абсолютной пропускной способности ВЦ;
- среднего числа занятых ПЭВМ на ВЦ.

Определите, сколько дополнительно надо приобрести ПЭВМ, чтобы увеличить пропускную способность ВЦ в 2 раза.

3) Специализированный пост диагностики представляет собой одноканальную СМО. Число стоянок для автомобилей, ожидающих проведения диагностики, ограничено и равно 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 имеет интенсивность $\lambda=0,85$ (автомобиля 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.

Тема: Инструменты имитационного моделирования.

Лабораторная работа «Анализ потоков событий»

1) Результаты наблюдения за потоком покупателей в секции универмага в течение 10 дней работы и проведения регистрации количества покупателей в течение каждого часа работы представлены в таблице.

Определить интенсивность входящего потока покупателей за час работы магазина и, используя критерий Пирсона (χ^2) с уровнем значимости $\alpha=0,05$, обосновать предположение, что поток описывается пуассоновским законом распределения.

2) Результаты регистрации продолжительности обслуживания покупателей в секции универмага представлены в таблице.

Определить среднее время обслуживания $t_{обсл}$ и интенсивность обслуживания μ . По критерию Пирсона χ^2 с уровнем значимости $\alpha=0,05$ обосновать предположение о том, что, время обслуживания распределяется по показательному закону.

Тема: Инструменты имитационного моделирования.

Лабораторная работа «Моделирование многоканальной системы массового обслуживания с отказами»

1) Используя генератор случайных чисел разработать и реализовать в математическую модель, имитирующую работу ВЦ в течение 100 суток, т.е. время наблюдения $T_n=2400$. Найти показатели эффективности системы.

3) Построить график, иллюстрирующий возникновение событий в системе на интервале времени от 0 до 12 часов.

Пусть n -канальная СМО представляет собой вычислительный центр с тремя взаимозаменяемыми ЭВМ для решения поступающих задач. Поток задач, поступающих на ВЦ, имеет интенсивность $\lambda=1$ задача в час. Средняя продолжительность обслуживания $t_{об}=1,8$ час.

Требуется вычислить значения:

- абсолютной пропускной способности ВЦ (A);
- относительной пропускной способности ВЦ (Q);
- среднего числа занятых ЭВМ на ВЦ ($\bar{k}$);
- вероятности отказа в обслуживании заявки ($P_{отк}$).

Определить, сколько дополнительно надо приобрести ЭВМ, чтобы при увеличении потока заявок в два раза ($\lambda=2$ задачи в час) не снизить относительную пропускную способность ВЦ.

Тема: Инструменты имитационного моделирования.

Лабораторная работа «Паутинообразная модель фирмы»

Предприниматель собирается вложить средства в создание фирмы, которая будет выпускать товар и реализовывать его на рынке. Необходимо определить, как будет вести себя цена на товар при изменении объема производства. Из опыта известно, что при увеличении производства происходит падение спроса и приходится снижать цену. При каких условиях цена будет стабильной? Дать ответ с помощью математической модели.

Создайте исполняемый модуль программы «Паутинообразная модель фирмы», текст которой приведен ниже. Произведите отладку программы с целью ликвидации формальных ошибок.

Произведите проверку программы расчетом. Подставьте те же исходные данные, которые были выбраны в приведенном выше примере. Убедитесь в том, что результаты расчетов практически совпадают

Произведите самостоятельное исследование закономерностей функционирования фирмы с помощью алгоритмической модели. Самостоятельно выберите исходные данные, проведите расчеты и проанализируйте результаты моделирования.

Тема: Инструменты имитационного моделирования.

«Моделирование потока посетителей банка»

Необходимо создать модель простой системы обслуживания, а именно модель банковского отделения заданной пропускной способностью равной N человек в час. В банковском отделении находятся банкомат и стойки банковских кассиров, что позволяет быстро и эффективно обслуживать посетителей банка. Операции с наличностью клиенты банка производят с помощью банкомата, а более сложные операции, такие как оплата счетов – с помощью кассиров. Основные этапы моделирования:

- Создание простой модели;
- Создание анимации модели;
- Добавление клерков;
- Сбор статистики использования ресурсов.

Тема: Инструменты имитационного моделирования.

«Моделирование павильона метро»

Создать модели павильона метро с заданной пропускной способностью равной N человек в час, для чего произвести:

- Моделирование простого пешеходного потока;
- Добавление турникетов;
- Отображение карты плотности;
- Добавление автоматов продажи билетов.

Тема: Инструменты имитационного моделирования.

Лабораторная работа «Диффузия по Бассу»

Необходимо создать Модель Басса, описывающую процесс распространения продукта. Изначально продукт никому не известен, и для того, чтобы люди начали его приобретать, он рекламируется. В итоге определенная доля людей приобретает продукт под воздействием рекламы. Также люди приобретают продукт в результате общения с теми, кто этот продукт уже приобрел. Процесс приобретения нового продукта под влиянием убеждения его владельцев чем-то похож на распространение эпидемии. Дать ответ с помощью математической модели. Основные этапы моделирования:

- произвести анализ модели;
- создать накопители;
- добавить поток продаж продукта;
- задать константы;
- задать начальные значения накопителей;
- создать динамические переменные;
- настроить запуск модели;
- добавить диаграммы;
- промоделировать повторные покупки;
- промоделировать цикличность спроса;
- промоделировать стратегии рекламной кампании;
- оптимизировать рекламную стратегию.

Комплект заданий для расчётно-графической работы №1

«Имитация обработки партий изделий, поступающих со склада»

Задание:

Составить программу, моделирующую обработку изделий, поступающих с промежуточного склада.

Рассчитать среднее время суточного простоя оборудования технологического узла, если узел обрабатывает каждое изделие случайное время, заданное интенсивностью потока случайных событий λ_2 . При этом экспериментально установлено, что привозят изделия на обработку тоже в случайные моменты времени, заданные потоком λ_1 партиями по N штук, причем размер партии колеблется случайно по нормальному закону с заданной величиной математического ожидания m , и среднего квадратического отклонения σ . До начала моделирования $T = 0$ на складе находилось K изделий. Необходимо промоделировать этот процесс в течение заданного времени T_n .

Заданы значения λ_1 , λ_2 , N , m , K , T_n , (по вариантам).

Комплект заданий для расчётно-графической работы №2

«Среда имитационного моделирования»

Задание:

Используя среду имитационного моделирования создать имитационную модель на заданную тему.

РГР должна содержать разделы:

- а) Постановка задачи.
- б) Моделирование в среде:
 - Создание диаграммы процесса.
 - Создание анимации модели.
- в) Проведение экспериментов над моделью и интерпретация результатов.

Темы РГР

- 1) Модель кафе самообслуживания.
- 2) Модель отделения Сбербанка (вариант 1).
- 3) Модель отделения Сбербанка (вариант 2).
- 4) Модель женской парикмахерской.
- 5) Модель проходной и вахты университета.
- 6) Модель летнего кафе.
- 7) Модель бензозаправочной станции (вариант 1).
- 8) Модель бензозаправочной станции (вариант 2).
- 9) Модель стоматологической поликлиники.
- 10) Модель магазина [с ячейками для хранения ручной клади].
- 11) Модель салона красоты.

Задания для промежуточной аттестации

Контрольные вопросы к экзаменам

5 семестр

1. Классификация математических моделей.
2. Этапы математического моделирования.
3. Имитационное моделирование. Метод Монте-Карло.
4. Моделирование простого случайного события, полной группы несовместных событий.
5. Метод обратной функции.
6. Моделирование непрерывных случайных величин с показательным распределением, с нормальным распределением.
7. Системы массового обслуживания. Основные понятия, классификация.
8. Марковский случайный процесс.
9. Потoki событий. Виды потоков, их характеристики.
10. Уравнения Колмогорова. Граф состояний. Пример.
11. Процесс гибели и размножения. Пример.
12. Одноканальная система массового обслуживания с отказами. Пример.
13. Многоканальная система массового обслуживания с отказами. Пример.
14. Модельное время.
15. Пуассоновский поток.
16. Моделирование простейшего потока, неординарного потока.
17. Потoki с последствием.

6 семестр

- 1) Одноканальная система массового обслуживания с неограниченной очередью. Пример.
- 2) Многоканальная система массового обслуживания с неограниченной очередью. Пример.
- 3) Направления имитационного моделирования.
- 4) Среды имитационного моделирования.

- 5) Назначение языков и систем моделирования,
- 6) Классификация языков и систем моделирования, их основные характеристики, технологические возможности современных симуляторов.
- 7) Модели сетевого планирования.
- 8) Сетевые графики.
- 9) Оптимизация сетевых графиков.
- 10) Высокотехнологичные симуляторы нового поколения и их инструментальные возможности.
- 11) Основные элементы дискретно-событийного (процессного) подхода к моделированию.
- 12) Основные элементы моделей пешеходного моделирования,
- 13) Основные элементы моделей системной динамики,
- 14) Агентный подход дискретно-событийного (процессного) подхода к моделированию.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

8.1 Основная литература

1 Безруков А. И, Математическое и имитационное моделирование : учеб. пособие / А.И. Безруков, О.Н. Алексенцева. — М. : ИНФРА-М, 2017. — 227 с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. — Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php#>, ограниченный. — Загл. с экрана.

2 Токорев К.Е, Имитационное моделирование экономических процессов: учебное пособие / Токарев К.Е. - Волгоград: Волгоградский ГАУ, 2015. — 88 с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. — Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php#>, ограниченный. — Загл. с экрана.

8.2 Дополнительная литература

3 Воротникова, О.М. Имитационное моделирование экономических процессов. Учебное пособие. /О.М. Воротникова – Комсомольск-на-Амуре: ГОУВПО «КНАГТУ», 2004. – 110 с. // Виртуальная библиотека института новых информационных технологий: электронно-библиотечная система. — Режим доступа: <http://www.initkms.ru/library/main>, свободный. — Загл. с экрана.

4 Лычкина Н.Н, Имитационное моделирование экономических процессов: Учебное пособие / Н.Н. Лычкина. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 254 с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. — Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php#>, ограниченный. — Загл. с экрана.

8.3 Методические указания для студентов по освоению дисциплины (при наличии)

1 Статистическое моделирование. Метод Монте-Карло. Методические указания к лабораторной работе по курсу «Математическое и имитационное моделирование» по направлению 09.03.03 «Прикладная информатика» /сост. А.В. Еськова. - Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВПО «КНАГТУ». 2016.— 8 с.

2 Статистическое моделирование бросания монет. Методические указания к лабораторной работе по курсу «Математическое и имитационное моделирование» по направлению 09.03.03 «Прикладная информатика».

3 Статистическое моделирование случайных событий. Методические указания к

лабораторной работе по курсу «Математическое и имитационное моделирование» по направлению 09.03.03 «Прикладная информатика» /сост. А.В. Инзарцев.

4 Задачи управления ресурсами. Методические указания к лабораторной работе по курсу «Математическое и имитационное моделирование» по направлению 09.03.03 «Прикладная информатика».

5 Моделирование потоков событий. Методические указания к лабораторной работе по курсу «Математическое и имитационное моделирование» по направлению 09.03.03 «Прикладная информатика».

6 Моделирование одноканальной системы массового обслуживания с отказами. Методические указания к лабораторной работе по курсу «Математическое и имитационное моделирование» по направлению 09.03.03 «Прикладная информатика».

7 Показатели эффективности систем массового обслуживания. Методические указания к лабораторной работе по курсу «Математическое и имитационное моделирование» по направлению 09.03.03 «Прикладная информатика».

8 Анализ потоков событий. Методические указания к лабораторной работе по курсу «Математическое и имитационное моделирование» по направлению 09.03.03 «Прикладная информатика».

9 Моделирование многоканальной системы массового обслуживания с отказами. Методические указания к лабораторной работе по курсу «Математическое и имитационное моделирование» по направлению 09.03.03 «Прикладная информатика».

8.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

1 Электронно-библиотечная система ZNANIUM.COM. Договор ЕП 44 № 003/10 эбс ИКЗ 191272700076927030100100120016311000 от 17 апреля 2019 г.

2 Электронно-библиотечная система IPRbooks. Лицензионный договор № ЕП44 № 001/9 на предоставление доступа к электронно-библиотечной системе IPRbooks ИКЗ 191272700076927030100100090016311000 от 27 марта 2019 г.

3 Электронно-библиотечная система eLIBRARY.RU. Договор № ЕП 44 № 004/13 на оказание услуг доступа к электронным изданиям ИКЗ 91272700076927030100100150016311000 от 15 апреля 2019 г.

4 Информационно-справочные системы «Кодекс»/ «Техэксперт». Соглашение о сотрудничестве № 25/19 от 31 мая 2019 г.

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

Официальный Интернет-сайт компании The AnyLogic Company, 2009-2018. – Режим доступа: <https://www.anylogic.ru>, свободный. – Загл. с экрана.

8.6 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Таблица 7 – Перечень используемого программного обеспечения

Наименование ПО	Реквизиты / условия использования
Microsoft Office Professional Plus - Microsoft® Office Professional Plus 2010 Russian	лицензионный сертификат 47019898, MSDN Product Key/академическая / бессрочная

9 Организационно-педагогические условия

Организация образовательного процесса регламентируется учебным планом и расписанием учебных занятий. Язык обучения (преподавания) — русский. Для всех видов аудиторных занятий академический час устанавливается продолжительностью 45 минут.

При формировании своей индивидуальной образовательной траектории обучающийся имеет право на перезачет соответствующих дисциплин и профессиональных модулей, освоенных в процессе предшествующего обучения, который освобождает обучающегося от необходимости их повторного освоения.

9.1 Образовательные технологии

Учебный процесс при преподавании курса основывается на использовании традиционных, инновационных и информационных образовательных технологий. Традиционные образовательные технологии представлены лекциями и семинарскими (практически) занятиями. Инновационные образовательные технологии используются в виде широкого применения активных и интерактивных форм проведения занятий. Информационные образовательные технологии реализуются путем активизации самостоятельной работы студентов в информационной образовательной среде.

9.2 Занятия лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов учебного плана.

На первой лекции лектор обязан предупредить студентов, применительно к какому базовому учебнику (учебникам, учебным пособиям) будет прочитан курс.

Лекционный курс должен давать наибольший объем информации и обеспечивать более глубокое понимание учебных вопросов при значительно меньшей затрате времени, чем это требуется большинству студентов на самостоятельное изучение материала.

9.3 Занятия семинарского типа

Семинарские занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы.

Основной формой проведения семинаров является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях. В обязанности преподавателя входят: оказание методической помощи и консультирование студентов по соответствующим темам курса.

Активность на семинарских занятиях оценивается по следующим критериям:

- ответы на вопросы, предлагаемые преподавателем;
- участие в дискуссиях;
- выполнение проектных и иных заданий;
- ассистирование преподавателю в проведении занятий.

Ответ должен быть аргументированным, развернутым, не односложным, содержать ссылки на источники.

Доклады и оппонирование докладов проверяют степень владения теоретическим материалом, а также корректность и строгость рассуждений.

Оценивание заданий, выполненных на семинарском занятии, входит в накопленную оценку.

9.4 Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа студентов – это процесс активного, целенаправленного приобретения студентом новых знаний, умений без непосредственного участия преподавателя, характеризующийся предметной направленностью, эффективным контролем и оценкой результатов деятельности обучающегося.

Цели самостоятельной работы:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную и справочную документацию, специальную литературу;
- развитие познавательных способностей, активности студентов, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, творческой инициативы, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений и академических навыков.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, уровня сложности, конкретной тематики.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов университета.

Перед выполнением обучающимися внеаудиторной самостоятельной работы преподаватель может проводить инструктаж по выполнению задания. В инструктаж включается:

- цель и содержание задания;
- сроки выполнения;
- ориентировочный объем работы;
- основные требования к результатам работы и критерии оценки;
- возможные типичные ошибки при выполнении.

Инструктаж проводится преподавателем за счет объема времени, отведенного на изучение дисциплины.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

Студенты должны подходить к самостоятельной работе как к наиважнейшему средству закрепления и развития теоретических знаний, выработке единства взглядов на отдельные вопросы курса, приобретения определенных навыков и использования профессиональной литературы.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

9.5 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

При самостоятельной проработке курса обучающиеся должны:

- просматривать основные определения и факты;
- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;

- изучить рекомендованную литературу, составлять тезисы, аннотации и конспекты наиболее важных моментов;
- самостоятельно выполнять задания, аналогичные предлагаемым на занятиях;
- использовать для самопроверки материалы фонда оценочных средств.

10 Описание материально-технического обеспечения, необходимого для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

10.1 Учебно-лабораторное оборудование

Таблица 8 – Перечень оборудования лаборатории

Аудитория	Наименование аудитории (лаборатории)	Используемое оборудование
321/3	Лаборатория мультимедийных технологий (медиа).	Демонстрационное оборудование для представления информации: мультимедийный проектор Sharp, экран; 10 ПЭВМ Intel Core i3.
305/3	Лаборатория Web-технологий и социальных сетей.	8 ПЭВМ Pentium 4

10.2 Технические и электронные средства обучения

При проведении занятий используется аудитория, оборудованная проектором (стационарным или переносным) для отображения презентаций. Кроме того, при проведении лекций и практических занятий необходим компьютер с установленным на нем браузером и программным обеспечением для демонстрации презентаций.

Для реализации дисциплины подготовлена следующая презентация:

- 1 Моделирование простого случайного события и полной группы несовместных событий.
- 2 Моделирование непрерывных случайных величин с показательным распределением, с нормальным распределением.

11 Иные сведения

Методические рекомендации по обучению лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах. Предполагаются специальные условия для получения образования обучающимися с ограниченными возможностями здоровья.

Профессорско-педагогический состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания тьюторами, психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. N АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производятся с учетом предоставления материала в раз-

личных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования). Материально-техническое обеспечение предусматривает приспособление аудиторий к нуждам лиц с ОВЗ.

Форма проведения аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей. Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);
- методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);
- выбором ответа из возможных вариантов с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата).

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.