

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра теоретической и прикладной информатики

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН ФПМИ

д.т.н. Тимофеев В. С.

“ ____ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Компьютерное моделирование

Образовательная программа: 02.03.03 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем, профиль: Математическое и программное обеспечение информационных технологий

Курс: 4, семестры : 7 8

Факультет прикладной математики и информатики,

		Семестр	
№	Вид деятельности	7	8
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	4	2
2	Всего часов	144	72
3	Всего занятий в контактной форме, час.	65	45
4	Лекции, час.	18	20
5	Практические занятия, час.	0	0
6	Лабораторные занятия, час.	36	20
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	20	20
8	Аттестация, час.	2	2
9	Консультации, час.	9	3
10	Самостоятельная работа, час.	79	27
11	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе)	РГЗ	РГЗ
12	Вид аттестации	ДЗ	ДЗ

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 02.03.03 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем

ФГОС введен в действие приказом №222 от 12.03.2015 г. , дата утверждения: 07.04.2015 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, вариативная

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 02.03.03 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

ТПИ, протокол заседания кафедры №4 от 20.06.2017

Утверждена на совете факультета прикладной математики и информатики, протокол № 6 от 21.06.2017

Программу разработал:

доцент, к.т.н. Гультяева Т. А.

доцент, к.т.н. Волкова В. М.

Заведующий кафедрой:

доцент, д.т.н. Чубич В. М.

Ответственный за образовательную программу:

заведующий кафедрой Чубич В. М.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Компетенция ФГОС: ОПК.2 способность применять в профессиональной деятельности знания математических основ информатики; в части следующих результатов обучения:	
310. Знать основные понятия теории моделирования, математические предпосылки и различные подходы к построению моделей, объекты имитационных моделей	
у9. Уметь применять методику Монте-Карло для задач имитационного моделирования	
Компетенция ФГОС: ОПК.7 способность использовать знания основных концептуальных положений функционального, логического, объектно-ориентированного и визуального направлений программирования, методов, способов и средств разработки программ в рамках этих направлений; в части следующих результатов обучения:	
32. Знать основные концептуальные положения функционального, логического, объектно-ориентированного и визуального направлений программирования	
у3. Уметь использовать основные возможности языка GPSS для моделирования сложных систем	
Компетенция ФГОС: ОПК.8 способность использовать знания методов проектирования и производства программного продукта, принципов построения, структуры и приемов работы с инструментальными средствами, поддерживающими создание программного обеспечения (далее - ПО; в части следующих результатов обучения:	
35. Знать основные возможности языка систем моделирования GPSS	
Компетенция ФГОС: ПК.3 готовность к разработке моделирующих алгоритмов и реализации их на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования; в части следующих результатов обучения:	
31. Знать методы разработки моделирующих алгоритмов и реализации их на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования	
у6. Уметь выполнять реализацию моделей систем массового обслуживания, систем управления запасами с использованием универсальных языков программирования	

2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)		Формы организации занятий
<i>Компьютерное моделирование</i>		
ОПК.2.у9 Уметь применять методику Монте-Карло для задач имитационного моделирования		
1.о методах статистического моделирования случайных чисел.		Лекции; Самостоятельная работа
2.об оценке качества сгенерированной последовательности псевдослучайных чисел		Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ОПК.2.310 Знать основные понятия теории моделирования, математические предпосылки и различные подходы к построению моделей, объекты имитационных моделей		
3.о теории систем массового обслуживания		Лекции; Самостоятельная работа
ОПК.8.35 Знать основные возможности языка систем моделирования GPSS		
4.о способах моделирования и исследования систем массового обслуживания		Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ОПК.7.32 Знать основные концептуальные положения функционального, логического, объектно-ориентированного и визуального направлений программирования		
5.основные возможности современных пакетов и расширений для решения математических и инженерных задач		Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.3.31 Знать методы разработки моделирующих алгоритмов и реализации их на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования		
6.методы моделирования последовательностей равномерно распределённых псевдослучайных чисел		Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа

7.методы моделирования дискретных псевдослучайных величин	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
8.методы моделирования непрерывных псевдослучайных величин	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ОПК.2.у9 Уметь применять методику Монте-Карло для задач имитационного моделирования	
9.статистические методы оценки качества смоделированной последовательности псевдослучайных чисел	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ОПК.2.з10 Знать основные понятия теории моделирования, математические предпосылки и различные подходы к построению моделей, объекты имитационных моделей	
10.структуру типичной системы массового обслуживания	Лекции; Самостоятельная работа
ОПК.8.з5 Знать основные возможности языка систем моделирования GPSS	
11.основные возможности современных систем имитационного моделирования	Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ОПК.2.з10 Знать основные понятия теории моделирования, математические предпосылки и различные подходы к построению моделей, объекты имитационных моделей	
12.методы проверки адекватности, валидации и верификации созданной модели системы массового обслуживания	Лабораторные работы; Самостоятельная работа
13.подходы к моделированию сложных систем массового обслуживания	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.3.з1 Знать методы разработки моделирующих алгоритмов и реализации их на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования	
14.писать программы, используя пакеты, предоставляющие возможности решения математических и инженерных задач.	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
15.моделировать псевдослучайные числа, распределённые по различным законам распределения	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ОПК.2.у9 Уметь применять методику Монте-Карло для задач имитационного моделирования	
16.проверять качество смоделированной псевдослучайной последовательности	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ОПК.7.з2 Знать основные концептуальные положения функционального, логического, объектно-ориентированного и визуального направлений программирования	
17.создавать программы, позволяющие автоматизировать исследования свойств генераторов псевдослучайных чисел	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
18.представлять результаты проведённых исследований в наглядной форме и анализировать их	Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.3.у6 Уметь выполнять реализацию моделей систем массового обслуживания, систем управления запасами с использованием универсальных языков программирования	
19.моделировать и исследовать системы массового обслуживания различной сложности	Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ОПК.7.у3 Уметь использовать основных возможности языка GPSS для моделирования сложных систем	
20.применять методы имитационного моделирования для решения практических производственно-экономических задач	Лабораторные работы; Самостоятельная работа
21.основные положения теории систем массового обслуживания	Лекции; Самостоятельная работа

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
-------------	----------------------	------	-------------------------------	----------------------

Семестр: 7				
Дидактическая единица: Введение в компьютерное моделирование				
1. Возможности использования датчиков случайных величин в моделях сложных систем, в имитационном моделировании.	0,75	1	1	Обсуждение возможности использования датчиков случайных величин в моделях сложных систем, в имитационном моделировании.
2. История развития методов моделирования. Различные подходы к моделированию.	0,75	1	1, 6	Дискуссия на тему "Различные подходы к моделированию равномерных случайных чисел".
Дидактическая единица: Моделирование псевдослучайных величин				
3. Моделирование равномерно распределённых псевдослучайных чисел	2,5	3	15, 6, 9	Обсуждение способов моделирования псевдослучайных чисел. Дискуссия на тему того, какими могут быть эмпирические тесты для анализа случайных последовательностей.
4. Универсальные тесты для анализа случайных последовательностей	2	3	16, 2, 9	Дискуссия на тему того, чем схожи и чем отличаются критерии согласия Хи-квадрат, Колмогорова-Смирнова, критерий омега-квадрат малое Крамера-Мизеса-Смирнова и Критерий омега-квадрат большое Андерсона-Дарлинга, каковы принципы построения данных критериев. Обсуждение примеров использования данных критериев.
5. Моделирование дискретных псевдослучайных величин	2	3	15, 7, 9	Обсуждение и сравнительный анализ стандартных и нестандартных алгоритмов моделирования дискретных случайных величин. Обсуждение примеров использования алгоритмов.
6. Моделирование непрерывных псевдослучайных величин.	4	5	14, 15, 8, 9	Обсуждение и сравнительный анализ различных способов моделирования непрерывных случайных величин. Обсуждение примеров их использования.
7. Обсуждение проблемной ситуации, сформулированной в РГЗ и методов ее решения.	2	2	14, 17, 2	Обсуждение проблемной ситуации, сформулированной в РГЗ и методов ее решения.
Семестр: 8				
Дидактическая единица: Теория систем массового обслуживания				
7. Введение в теорию систем массового обслуживания	0	4	21, 3	Изучение предмета, цели и задач теории массового обслуживания
8. Классификация систем массового обслуживания	0	2	10, 13, 21, 3	Изучение подходов к классификации систем массового обслуживания

9. Случайные процессы с дискретными состояниями	2	2	21, 3	Изучение теории случайных процессов с дискретными состояниями. Проведение дискуссий на лекционных занятиях
10. Потоки событий	2	2	21, 3	Изучение теории потоков событий. Проведение дискуссий на лекционных занятиях
11. Уравнения Колмогорова. Предельные вероятности состояний	2	2	21, 3	Изучение принципов построения уравнений Колмогорова. Предельные вероятности состояний. Проведение дискуссий на лекционных занятиях
Дидактическая единица: Моделирование систем массового обслуживания				
12. Процессы гибели и размножения	2	2	21, 3	Изучение теории процессов гибели и размножения. Проведение дискуссий на лекционных занятиях
13. СМО с отказами	2	3	10, 13, 21, 3, 4	Изучение теории СМО с отказами. Проведение дискуссий на лекционных занятиях
14. СМО с ожиданием (с очередью)	2	3	10, 13, 21, 3, 4	Изучение теории СМО с ожиданием (с очередью). Проведение дискуссий на лекционных занятиях

Таблица 3.2

Темы лабораторных работ	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 7				
Дидактическая единица: Введение в компьютерное моделирование				
1. Знакомство с программным инструментарием	6	6	14, 17, 18, 5	Студенты изучают возможности пакетов, учатся решать различные математические задачи с его помощью.
Дидактическая единица: Моделирование псевдослучайных величин				
2. Моделирование равномерно распределённых псевдослучайных величин	0	10	15, 16, 17, 18, 2, 6, 9	Моделирование равномерно распределённых случайных величин, проверка качества смоделированной последовательности с помощью эмпирических тестов и критериев согласия.
3. Моделирование дискретно распределённых псевдослучайных величин	0	8	15, 2, 7	Моделирование дискретно распределённых случайных величин стандартным и нестандартным методами, оценивание качества смоделированной выборки с помощью критерия Хи-квадрат Пирсона

4. Моделирование непрерывно распределённых псевдослучайных величин методом обратной функции	0	6	15, 2, 8	Моделирование непрерывно распределённых случайных величин методом обратной функции, оценивание качества смоделированной выборки с помощью критерия Хи-квадрат Пирсона и непараметрических критериев
5. Моделирование непрерывно распределённых псевдослучайных величин методом исключений	0	6	15, 2, 8	Моделирование непрерывно распределённых случайных величин методом исключений, оценивание качества смоделированной выборки с помощью критерия Хи-квадрат Пирсона и непараметрических критериев
Семестр: 8				
Дидактическая единица: Моделирование систем массового обслуживания				
7. Моделирование системы массового обслуживания	2	5	13, 19, 4	Моделирование простой системы массового обслуживания на объектно-ориентированном языке программирования. Различные подходы к созданию моделей: транзактно-ориентированный, объектно-ориентированный, событийный. Структурный анализ процессов при использовании объектно-ориентированного подхода. Функциональная модель и ее диаграммы. Уровни детализации функциональной модели системы. Процесс создания двух взаимосвязанных моделей: функциональной структурной и динамической имитационной.

8. Знакомство с языком GPSS	2	5	11, 19	Написание простейших программ на языке имитационного моделирования GPSS. Программные средства имитационного моделирования: модели дискретных систем, модели непрерывных процессов, комплексные (дискретно-непрерывные) модели. Планирование компьютерного эксперимента; масштаб времени; датчики случайных величин; потоки, задержки, обслуживание; проверки гипотез о категориях типа событие явление поведение; риски и прогнозы. Объекты имитационных моделей: "процесс", "транзакт", "событие", "ресурс"
9. Моделирование простых систем массового обслуживания	2	5	11, 12, 13, 19, 20, 4	Моделирование простых систем массового обслуживания на языке GPSS. Имитация основных типовых процессов: генераторы, очереди, узлы обслуживания, терминаторы и др. Разомкнутые и замкнутые схемы моделей. Работа с объектами типа ресурс. Стратегии управления ресурсами.
10. Моделирование реальных систем массового обслуживания	2	5	11, 12, 13, 19, 20, 4	Моделирование реальных систем массового обслуживания на языке GPSS. Имитация работы объекта экономики в разных измерениях: материальные, информационные, "денежные" потоки. Проведение дискуссий на лекционных занятиях

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 7				
1	РГЗ	14, 15, 16, 17, 18, 2, 6, 7, 8, 9	15	3
Проектирование и разработка программного приложения: Волкова В. М. Компьютерное моделирование [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс [первый семестр] / В. М. Волкова ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2016]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000232672 . - Загл. с экрана.				

2	Подготовка к занятиям	1, 14, 15, 16, 17, 18, 2, 5, 6, 7, 8, 9	45	3
Проработка лекционного материала, подготовка к лабораторным работам: Организация самостоятельной работы студентов Новосибирского государственного технического университета : методическое руководство / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Ю. В. Никитин, Т. Ю. Сурнина]. - Новосибирск, 2016. - 19, [1] с. : табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234042				
3	Подготовка к аттестации	1, 15, 16, 2, 6, 7, 8, 9	19	3
Консультации с преподавателем: Организация самостоятельной работы студентов Новосибирского государственного технического университета : методическое руководство / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Ю. В. Никитин, Т. Ю. Сурнина]. - Новосибирск, 2016. - 19, [1] с. : табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234042				
Семестр: 8				
1	РГЗ	10, 12, 13, 19, 20, 21, 3, 4	4	1
Проектирование и разработка программного приложения: Гуляева Т. А. Компьютерное моделирование [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс [второй семестр] / Т. А. Гуляева, С. А. Курлаев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2017]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234886 . - Загл. с экрана. Гуляева Т. А. Расчетно-графическая работа по курсу «Компьютерное моделирование» [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / Т. А. Гуляева ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2017]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234767 . - Загл. с экрана.				
2	Подготовка к занятиям	10, 11, 12, 13, 19, 20, 21, 3, 4	20	1
Проработка лекционного материала, подготовка к лабораторным работам: Гуляева Т. А. Компьютерное моделирование [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс [второй семестр] / Т. А. Гуляева, С. А. Курлаев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2017]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234886 . - Загл. с экрана. Гуляева Т. А. Учебно-методическое пособие по курсу «Компьютерное моделирование» [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / Т. А. Гуляева ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2017]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234842 . - Загл. с экрана.				
3	Подготовка к аттестации	10, 11, 12, 13, 19, 20, 21, 3, 4	3	1
Консультации с преподавателем: Гуляева Т. А. Компьютерное моделирование [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс [второй семестр] / Т. А. Гуляева, С. А. Курлаев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2017]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234886 . - Загл. с экрана. Гуляева Т. А. Учебно-методическое пособие по курсу «Компьютерное моделирование» [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / Т. А. Гуляева ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2017]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234842 . - Загл. с экрана. Гуляева Т. А. Расчетно-графическая работа по курсу «Компьютерное моделирование» [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / Т. А. Гуляева ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2017]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234767 . - Загл. с экрана.				

5. Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Деятельность	Информационно-коммуникационные технологии
Информирование	Личный типовой сайт: http://ami.nstu.ru/~gulyaeva/
Консультирование	e-mail: t.gulyaeva@corp.nstu.ru

Размещение учебных материалов	Личный типовой сайт: http://ami.nstu.ru/~gulytaeva/
-------------------------------	--

Таблица 5.2

Активные и интерактивные формы проведения занятий

№	Наименование активных форм	Коды формируемых компетенций
1	Лекция в форме дискуссии	ОПК.2; ОПК.7; ОПК.8; ПК.3;
Формируемые умения: з1. Знать методы разработки моделирующих алгоритмов и реализации их на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования; з10. Знать основные понятия теории моделирования, математические предпосылки и различные подходы к построению моделей, объекты имитационных моделей; з5. Знать основные возможности языка систем моделирования GPSS; у3. Уметь использовать основных возможности языка GPSS для моделирования сложных систем; у9. Уметь применять методику Монте-Карло для задач имитационного моделирования		
Краткое описание применения: Проведение дискуссий на лекционных занятиях		
2	Метод проектов	ОПК.2; ОПК.7; ОПК.8; ПК.3;
Формируемые умения: з10. Знать основные понятия теории моделирования, математические предпосылки и различные подходы к построению моделей, объекты имитационных моделей; з5. Знать основные возможности языка систем моделирования GPSS; у3. Уметь использовать основных возможности языка GPSS для моделирования сложных систем; у6. Уметь выполнять реализацию моделей систем массового обслуживания, систем управления запасами с использованием универсальных языков программирования		
Краткое описание применения: Выполнение лабораторной работы является проектом для студента.		
3	Проблемный метод	ОПК.7; ПК.3;
Формируемые умения: з1. Знать методы разработки моделирующих алгоритмов и реализации их на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования; з2. Знать основные концептуальные положения функционального, логического, объектно-ориентированного и визуального направлений программирования		
Краткое описание применения: Задание на РГЗ формулируется в виде проблемной ситуации		
4	Проблемный метод	ОПК.7; ПК.3;
Формируемые умения: з1. Знать методы разработки моделирующих алгоритмов и реализации их на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования; з2. Знать основные концептуальные положения функционального, логического, объектно-ориентированного и визуального направлений программирования		
Краткое описание применения: В виде проблемной ситуации формулируется необходимость самостоятельного освоения возможностей математического пакета, который впоследствии используется как инструмент реализации алгоритмов моделирования		

6. Правила аттестации обучающихся по учебной дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS. Краткая информация о БРС приведена в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Мин. балл	Максимальный балл
Семестр: 7		
Лабораторная:	33	64
Контролирующие материалы (список вопросов) приводятся в "Волкова В. М. Компьютерное моделирование [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс [первый семестр] / В. М. Волкова ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2016]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000232672 . - Загл. с экрана."		
РГЗ:	7	16
Контролирующие материалы (список вопросов) приводятся в "Волкова В. М. Компьютерное моделирование [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс [первый семестр] / В. М. Волкова ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2016]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000232672 . - Загл. с экрана."		
Зачет:	10	20
Контролирующие материалы (список вопросов) приводятся в "Волкова В. М. Компьютерное моделирование [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс [первый семестр] / В. М. Волкова ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2016]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000232672 . - Загл. с экрана."		
Семестр: 8		
Лабораторная:	30	60
Контролирующие материалы (список вопросов) приводятся в "Гуляева Т. А. Учебно-методическое пособие по курсу «Компьютерное моделирование» [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / Т. А. Гуляева ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2017]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234842 . - Загл. с экрана."		
РГЗ:	10	20
Контролирующие материалы (Защита в виде обсуждения) приводятся в "Гуляева Т. А. Расчетно-графическая работа по курсу «Компьютерное моделирование» [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / Т. А. Гуляева ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2017]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234767 . - Загл. с экрана."		
Зачет:	10	20
Контролирующие материалы (список вопросов) приводятся в "Гуляева Т. А. Компьютерное моделирование [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс [второй семестр] / Т. А. Гуляева, С. А. Курлаев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2017]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234886 . - Загл. с экрана."		

В таблице 6.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 6.2

Коды компетенций ФГОС	Результаты обучения	Формы контроля	
		Защита РГЗ	Зачет
ОПК.2	з10. Знать основные понятия теории моделирования, математические предпосылки и различные подходы к построению моделей, объекты имитационных моделей	+	+
	у9. Уметь применять методику Монте-Карло для задач имитационного моделирования	+	+
ОПК.7	з2. Знать основные концептуальные положения функционального, логического, объектно-ориентированного и визуального направлений программирования	+	
	у3. Уметь использовать основных возможности языка GPSS для моделирования сложных систем	+	+
ОПК.8	з5. Знать основные возможности языка систем моделирования GPSS	+	+
ПК.3	з1. Знать методы разработки моделирующих алгоритмов и реализации их на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования	+	+
	у6. Уметь выполнять реализацию моделей систем массового обслуживания, систем управления запасами с использованием универсальных языков программирования	+	+

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

7. Литература

Основная литература

1. Статистический анализ данных, моделирование и исследование вероятностных закономерностей. Компьютерный подход : [монография] / Б. Ю. Лемешко [и др.]. - Новосибирск, 2011. - 887 с. : ил., табл.
2. Лемешко Б. Ю. Непараметрические критерии согласия. Руководство по применению / Б. Ю. Лемешко ; Мин-во образования и науки Рос. Федерации, Новосиб. гос. техн. ун-т. - Москва, 2014. - 162 с. : ил., табл.
3. Советов Б. Я. Моделирование систем : учебник для вузов по направлениям подготовки дипломированных специалистов "Информатика и вычислительная техника" и "Информационные системы" / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев. - М., 2007. - 342, [1] с. : ил.
4. Цой Е. Б. Моделирование и управление в экономике. [ч. 1] : конспект лекций / Е. Б. Цой, И. В. Самочернов, М. Е. Цой; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2004. - 160 с. : ил. - Режим доступа: <http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2004/coy.rar>

Дополнительная литература

1. Айвазян С. А. Прикладная статистика. Основы эконометрики. Т. 1. Теория вероятностей и прикладная статистика/ С. А. Айвазян, В. С. Мхитарян : Учебник для экон. спец. вузов: В 2 т.. - М., 2001. - 656 с.
2. Айвазян С. А. Прикладная статистика и основы эконометрики : учебник для экономических специальностей вузов / С. А. Айвазян, В. С. Мхитарян. - М., 1998. - 1022 с. : ил.
3. Орлова И. В. Экономико-математические методы и модели: компьютерное моделирование : учебное пособие / И. В. Орлова, В. А. Половников. - М., 2009. - 363, [1] с. : ил., табл.
4. Моделирование систем : учебник / [С. И. Дворецкий и др.]. - М., 2009. - 315, [1] с. : ил., табл.
5. Морозов В. К. Моделирование информационных и динамических систем : учебное пособие / В. К. Морозов, Г. Н. Рогачев. - М., 2011
6. ГОСТ Р ИСО 19439-2008. Интеграция предприятия. Основа моделирования предприятия / Федер. агентство по техн. регулированию и метрологии. - М., 2010. - IV, 31 с. : ил.
7. Вентцель Е. С. Теория вероятностей и ее инженерные приложения : [учебное пособие для вузов] / Е. С. Вентцель, Л. А. Овчаров. - М., 2007. - 490, [1] с. : ил.

Интернет-ресурсы

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>
2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>
4. ЭБС "Znaniy.com" : <http://znaniy.com/>
5. :

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

1. Курлаев С. А. Компьютерное моделирование [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / С. А. Курлаев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://kurlaev.sdbe.ami.nstu.ru/km_autumn/Materials/lab1.doc. - Загл. с экрана.

2. Гулятьева Т. А. Расчетно-графическая работа по курсу «Компьютерное моделирование» [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / Т. А. Гулятьева ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2017]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234767. - Загл. с экрана.
3. Волкова В. М. Компьютерное моделирование [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс [первый семестр] / В. М. Волкова ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2016]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000232672. - Загл. с экрана.
4. Организация самостоятельной работы студентов Новосибирского государственного технического университета : методическое руководство / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Ю. В. Никитин, Т. Ю. Сурнина]. - Новосибирск, 2016. - 19, [1] с. : табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234042
5. Гулятьева Т. А. Учебно-методическое пособие по курсу «Компьютерное моделирование» [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / Т. А. Гулятьева ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2017]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234842. - Загл. с экрана.
6. Гулятьева Т. А. Компьютерное моделирование [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс [второй семестр] / Т. А. Гулятьева, С. А. Курлаев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2017]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234886. - Загл. с экрана.

8.2 Специализированное программное обеспечение

1 GPSS World

2 Visual Studio

9. Материально-техническое обеспечение

Презентационное оборудование

№	Наименование	Назначение
1	Презентационное оборудование (мультимедиа-проектор, экран, компьютер для управления)	Используется при демонстрации лекционного материала

Компьютерный класс

№	Наименование	Назначение
1	Компьютерный класс (Компьютеры объединены в локальную сеть с выходом в Internet)	Используется для выполнения студентами лабораторных работ

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Компьютерное моделирование приведена в Таблице.

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ОПК.2 способность применять в профессиональной деятельности знания математических основ информатики	з10. Знать основные понятия теории моделирования, математические предпосылки и различные подходы к построению моделей, объекты имитационных моделей	Введение в теорию систем массового обслуживания Классификация систем массового обслуживания Моделирование простых систем массового обслуживания Моделирование реальных систем массового обслуживания Потоки событий Процессы гибели и размножения Случайные процессы с дискретными состояниями СМО с ожиданием (с очередью) СМО с отказами Уравнения Колмогорова. Предельные вероятности состояний	РГЗ (8 семестр)	Зачет (8 семестр): вопросы 21-32
ОПК.2	у9. Уметь применять методику Монте-Карло для задач имитационного моделирования	Возможности использования датчиков случайных величин в моделях сложных систем, в имитационном моделировании. История развития методов моделирования. Различные подходы к моделированию. Моделирование дискретно распределённых псевдослучайных величин Моделирование дискретных псевдослучайных величин Моделирование непрерывно распределённых псевдослучайных величин методом исключений Моделирование непрерывно распределённых псевдослучайных величин методом обратной функции Моделирование непрерывных псевдослучайных величин. Моделирование равномерно распределённых псевдослучайных величин Моделирование равномерно распределённых псевдослучайных чисел Обсуждение проблемной ситуации, сформулированной в РГЗ и методов ее решения. Универсальные тесты для анализа случайных последовательностей	РГЗ (7 семестр)	Зачет (7 семестр): вопросы 1-18

ОПК.7 способность использовать знания основных концептуальных положений функционального, логического, объектно-ориентированного и визуального направлений программирования, методов, способов и средств разработки программ в рамках этих направлений	32. Знать основные концептуальные положения функционального, логического, объектно-ориентированного и визуального направлений программирования	Знакомство с программным инструментарием Моделирование равномерно распределённых псевдослучайных величин Обсуждение проблемной ситуации, сформулированной в РГЗ и методов ее решения.	РГЗ (7 семестр)	
ОПК.7	у3. Уметь использовать основные возможности языка GPSS для моделирования сложных систем	Введение в теорию систем массового обслуживания Классификация систем массового обслуживания Моделирование реальных систем массового обслуживания Потоки событий Процессы гибели и размножения Случайные процессы с дискретными состояниями СМО с ожиданием (с очередью) СМО с отказами Уравнения Колмогорова. Предельные вероятности состояний	РГЗ (8 семестр)	Зачет (8 семестр): вопрос 11-13
ОПК.8 способность использовать знания методов проектирования и производства программного продукта, принципов построения, структуры и приемов работы с инструментальными средствами, поддерживающими создание программного обеспечения (далее - ПО	35. Знать основные возможности языка систем моделирования GPSS	Моделирование простых систем массового обслуживания Моделирование реальных систем массового обслуживания Моделирование системы массового обслуживания СМО с ожиданием (с очередью) СМО с отказами	РГЗ (8 семестр)	Зачет (8 семестр): вопрос 1-20
ПК.3/ПК готовность к разработке моделирующих алгоритмов и их реализации их на базе современных языков и программных систем	31. Знать методы разработки моделирующих алгоритмов и реализации их на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования	Знакомство с программным инструментарием История развития методов моделирования. Различные подходы к моделированию. Моделирование дискретно распределённых псевдослучайных величин Моделирование дискретных псевдослучайных величин Моделирование непрерывно распределённых псевдослучайных величин методом исключений Моделирование непрерывно распределённых псевдослучайных величин методом обратной функции	РГЗ (7 семестр)	Зачет (7 семестр), вопросы 1-10

		Моделирование непрерывных псевдослучайных величин. Моделирование равномерно распределённых псевдослучайных величин Моделирование равномерно распределённых псевдослучайных чисел Обсуждение проблемной ситуации, сформулированной в РГЗ и методов ее решения.		
ПК.3/ПК	уб. Уметь выполнять реализацию моделей систем массового обслуживания, систем управления запасами с использованием универсальных языков программирования	Моделирование простых систем массового обслуживания Моделирование реальных систем массового обслуживания Моделирование системы массового обслуживания	РГЗ (8 семестр)	Зачет (8 семестр): вопрос 11-13 Зачет (8 семестр): вопрос 27-32

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 7 семестре - в форме дифференцированного зачета, в 8 семестре - в форме дифференцированного зачета, который направлен на оценку сформированности компетенций ОПК.2, ОПК.7, ОПК.8, ПК.3/ПК.

Зачет (7 семестр): проводится в письменной форме, по билетам.

Зачет (8 семестр): проводится в письменной форме, по билетам.

Кроме того, сформированность компетенций проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

В 7 семестре обязательным этапом текущей аттестации является расчетно-графическое задание (работа) (РГЗ(Р)). Требования к выполнению РГЗ(Р), состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ(Р).

В 8 семестре обязательным этапом текущей аттестации является расчетно-графическое задание (работа) (РГЗ(Р)). Требования к выполнению РГЗ(Р), состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ(Р).

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ОПК.2, ОПК.7, ОПК.8, ПК.3/ПК, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

Общая характеристика уровней освоения компетенций.

Ниже порогового. Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

Пороговый. Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы,

большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

Базовый. Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

Продвинутый. Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Паспорт зачета

по дисциплине «Компьютерное моделирование», 7 семестр

1. Методика оценки

Зачет проводится в письменной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: вопрос выбирается из всего диапазона вопросов, тематика первой задачи связана с вопросами из диапазона 1-8, второй задачи – с вопросами из диапазона 9-18 (список вопросов приведен ниже).

Форма билета для зачета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет ФПМИ

Билет № 1

к зачету по дисциплине «Компьютерное моделирование»

1. Моделирование непрерывных случайных величин методом обратной функции.

2. Задача 1:

Дана выборка: 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 1, 1, 1, 1, 2, 0, 0, 0. С помощью критерия χ^2 проверить, подчиняется ли эта выборка отрицательному биномиальному закону распределения с параметрами $s = 2$, $p = 0.9$ при уровне значимости $\alpha = 0.05$

($P_k = P(\xi = k) = C_{s+k-1}^k \cdot p^s \cdot (1-p)^k$, $k = 0, 1, \dots$; $C_n^k = \frac{n!}{k!(n-k)!}$). Интервалы группирования

образуют те k , для которых $P_k > 0.001$.

$(1-\alpha)$ -квантили χ^2 -распределения с r степенями свободы

r	α			
	0.1	0.05	0.025	0.01
1	2.706	3.841	5.024	6.635
2	4.605	5.991	7.378	9.210
3	6.251	7.815	9.248	11.345
4	7.779	9.488	11.143	13.277
5	9.236	11.070	12.832	15.086
6	10.645	12.592	14.449	16.812
7	12.017	14.067	16.013	18.475

3. Задача 2:

Методом обратной функции найти моделирующее выражение для случайной величины,

заданной плотностью $f(x) = \frac{1}{2\nu} \cdot e^{-\frac{|\mu-x|}{\nu}}$, $x \in (-\infty; \infty)$, $\nu > 0$.

Утверждаю: зав. кафедрой _____ должность, ФИО

(подпись)

(дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на билет для зачета считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, при решении задач допускает принципиальные ошибки, оценка составляет *0-10 баллов*.
- Ответ на билет для зачета засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, при решении задач допускает не принципиальные ошибки, например, вычислительные, оценка составляет *10-13 баллов*.
- Ответ на билет для зачета билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов, не допускает ошибок при решении задачи, оценка составляет *14-18 баллов*.
- Ответ на билет для зачета билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, не допускает ошибок и способен обосновать выбор метода решения задач, оценка составляет *19-20 баллов*.

3. Шкала оценки

Зачет считается сданным, если сумма баллов по всем заданиям билета оставляет не менее 50 баллов (из 100 возможных).

В общей оценке по дисциплине баллы за зачет учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Вопросы к зачету по дисциплине «Компьютерное моделирование»

1. Вид гипотезы о согласии опытного распределения с теоретическим. Простая и сложная гипотезы.
2. Критерий типа χ^2 .
3. Непараметрические критерии проверки гипотезы о согласии опытного распределения с теоретическим.
4. Эмпирические тесты проверки гипотезы о согласии опытного распределения с теоретическим.
5. Моделирование дискретных псевдослучайных чисел, равномерно распределённых на $[0, m]$.
6. Стандартный алгоритм моделирования дискретных случайных величин.
7. Стандартный алгоритм моделирования дискретных случайных величин с рекуррентными формулами.
8. Нестандартный алгоритм моделирования дискретных случайных величин, подчиняющихся распределению Пуассона.
9. Моделирование непрерывных случайных величин методом обратной функции.
10. Моделирование непрерывных случайных величин методом исключений.
11. Моделирование непрерывных нормально распределённых случайных величин методом суммирования.
12. Моделирование нормально распределённых случайных величин методом полярных координат Бокса-Мюллера-Марсальи.
13. Моделирование нормально распределённых случайных величин методом с приближённой обратной функцией.
14. Моделирование нормально распределённых случайных величин методом Мюллера.

15. Моделирование Бета-распределения специальным алгоритмом.
16. Моделирование Гамма-распределения специальным алгоритмом.
17. Моделирование распределения Рэлея и распределения χ^2 специальными алгоритмами.
18. Моделирование распределения Стюдента и распределения Фишера специальными алгоритмами.

Паспорт расчетно-графического задания (работы)

по дисциплине «Компьютерное моделирование», 7 семестр

1. Методика оценки

В рамках расчетно-графического задания (работы) по дисциплине студенты должны смоделировать (и проверить качество смоделированной последовательности) непрерывно распределённых случайных величин специальными методами соответствия с приведенным в задании законом распределения, методом моделирования случайной величины и методом оценивания качества смоделированной последовательности.

При выполнении расчетно-графического задания (работы) студенты должны:

1. Написать программу, выполняющую следующие действия:
 - 1) считывание из файла входных данных, необходимых для работы программы в автоматическом режиме;
 - 2) вывод на экран параметров моделируемого распределения;
 - 3) отображение графика функции плотности распределения при заданных параметрах распределения;
 - 4) моделирование выборки из $N = 50$ элементов (встроенные в язык программирования стандартные функции можно использовать только для моделирования равномерно распределённых случайных чисел);
 - 5) измерение времени моделирования выборки, состоящей из N элементов;
 - 6) измерение количества сгенерированных равномерно распределённых псевдослучайных величин, которое потребовалось для моделирования выборки, состоящей из N элементов;
 - 7) отображение графика эмпирической функции плотности распределения для смоделированной выборки с наложенным на него графиком соответствующей теоретической функции плотности распределения (для построения эмпирической функции плотности разбить область значений моделируемой случайной величины на интервалы произвольным образом);
 - 8) проверка гипотезы о согласии распределения смоделированной выборки с заданным в варианте законом распределения по критерию χ^2 ; для группирования выбирать интервалы равной длины, уровень значимости $\alpha = 0.05$;
 - 9) проверка гипотезы о согласии распределения смоделированной выборки с заданным законом распределения по непараметрическому критерию, указанному в варианте; уровень значимости $\alpha = 0.05$;
 - 10) повтор шагов 4–9 для $N = 200$ и $N = 1000$;
 - 11) в результате выполнения программы должны быть созданы файлы, содержащие заданные параметры распределения, смоделированную выборку, время моделирования, количество сгенерированных равномерно распределённых псевдослучайных чисел, описание результатов выполнения всех критериев (значения статистик, достигнутых уровней значимости, выводы об успешности критерия и другая важная информация).
2. С помощью написанной программы нужно смоделировать выборки из указанного непрерывного закона распределения и исследовать качество моделирования.
3. По результатам исследований сделать выводы, оформить отчёт. Отчёт должен содержать:
 - титульный лист;
 - цель работы;

- исходные данные;
- исследовательскую часть, содержащую следующую информацию:
 - а) описание заданных в варианте параметров распределения;
 - б) график функции плотности распределения при заданных параметрах распределения;
 - в) смоделированная выборка из 50 элементов (каждый элемент выборки описывается 2–3 значащими цифрами);
 - г) для смоделированных выборок длиной 50, 200 и 1000 элементов результаты проверки гипотезы по критерию χ^2 и непараметрическому критерию, заданному в варианте (значения статистики, достигнутого уровня значимости, вывод об отклонении гипотезы и т.п.);
 - д) для смоделированных выборок длиной 50, 200 и 1000 элементов графики эмпирических функций плотности распределения;
 - е) для смоделированных выборок длиной 50, 200 и 1000 элементов время моделирования каждой выборки;
 - ж) для смоделированных выборок длиной 50, 200 и 1000 элементов количество сгенерированных равномерно распределённых псевдослучайных величин, которое потребовалось для моделирования этих выборок;
 - з) информация о моделировании выборок из всех распределений, которые потребовалось смоделировать для получения выборки из указанного в варианте закона распределения; (например, при моделировании выборки из распределения Стьюдента требуется дополнительно смоделировать псевдослучайные величины, распределённые по нормальному распределению и распределению χ^2 ; в этом пункте имеется в виду, что качество этих дополнительно смоделированных выборок также надо исследовать); в частности, для каждой дополнительно смоделированной выборки должна быть следующая информация:
 - 1) описание параметров моделируемого распределения;
 - 2) график функции плотности распределения при заданных параметрах распределения;
 - 3) смоделированная выборка (только первые 50 элементов; каждый элемент выборки описывается 2–3 значащими цифрами);
 - 4) результаты проверки гипотезы по критерию χ^2 и непараметрическому критерию, заданному в варианте (значения статистики, достигнутого уровня значимости, вывод об отклонении гипотезы и т.п.);
 - 5) график эмпирической функции плотности распределения;
 - 6) количество сгенерированных равномерно распределённых псевдослучайных величин, которые потребовались для моделирования этой выборки;
 - 7) вывод о качестве дополнительно смоделированной выборки;
 - и) итоговый вывод о качестве выборок, смоделированных при выполнении работы;
- выводы о всей проделанной работе;
- описание формата входного файла;
- текст программы.

2. Критерии оценки

В процессе приёма РГЗ баллы за качество выполнения работы будут начисляться за следующее:

1. Корректность графиков (масштаб, подписи осей, отображаемые данные).
2. Оформление результатов оценивания качества моделирования в виде единой таблицы.

3. Автоматизация работы программы: программа получает из файла все необходимые для работы данные; сообщает об успешности выполнения каждого теста.
4. Программное вычисление достигнутого уровня значимости или критического значения статистики критерия χ^2 .
5. Программное вычисление достигнутого уровня значимости или критического значения статистики непараметрического критерия.
6. Применение принципов структурного программирования: выделение в качестве функций повторяющихся либо логически целостных фрагментов программы; работа каждой функции полностью определяется её параметрами (все данные, нужные функции для работы, передаются ей через параметры); программа позволяет без перекомпиляции изменять все параметры, от которых зависит её работа; в тексте программы отсутствуют числовые константы (все необходимые константы объявляются как поименованные).
7. Достаточность комментариев для документирования текста программы.
8. Способность сдающего быстро и правильно отвечать на все вопросы.

- Работа считается **не выполненной**, если выполнены не все части РГЗ, отсутствует оценка качества смоделированной последовательности, данные по самой смоделированной последовательности, оценка составляет 0-6 баллов.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если части РГЗ выполнены формально: не для всех объемов выборок произведено моделирование, беден иллюстративный материал, информация по критериям качества представлена не полностью, оценка составляет 7-9 баллов.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если все задания РГЗ выполнены, но не набраны баллы за качество выполнения работы, оценка составляет 10-13 баллов.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если все задания РГЗ выполнены, и набраны баллы за качество выполнения работы, оценка составляет 14-16 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

Таблица 1 - Соответствие характеристики работы студента и оценки в 100-балльной шкале

Характеристика работы студента	Диапазон баллов	Буквенная оценка	Традиционная оценка
«Отлично»: • работа высокого качества; • уровень выполнения отвечает всем требованиям; • теоретический материал освоен полностью, без пробелов;	[98; 100]	A+	ОТЛИЧНО
	[93; 97]	A	

• необходимые практические навыки сформированы; • все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены; • качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.	[90; 92]	A–	
<u>«Очень хорошо»:</u> • работа хорошая; • уровень выполнения отвечает большинству требований; • теоретический материал освоен полностью, без пробелов; • необходимые практические навыки в основном сформированы; • все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены; • качество выполнения большинства из них оценено числом баллов, близким к максимальному.	[87; 89]	B+	
<u>«Хорошо»:</u> • уровень выполнения работы отвечает всем основным требованиям; • теоретический материал освоен полностью, без пробелов; • некоторые практические навыки сформированы недостаточно; • все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены; • качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов; • некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.	[83; 86]	B	хорошо
	[80; 82]	B–	
	[77; 79]	C+	
<u>«Удовлетворительно»:</u> • уровень выполнения работы отвечает большинству основных требований; • теоретический материал освоен частично, но пробелы не носят существенного характера; • необходимые практические навыки работы в основном сформированы; • большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено; • некоторые виды заданий выполнены с ошибками.	[73; 76]	C	удовлетворительно
	[70; 72]	C–	
	[67; 69]	D+	
<u>«Посредственно»:</u> • работа слабая; • уровень выполнения не отвечает большинству требований; • теоретический материал освоен частично; • некоторые практические навыки работы не сформированы; • многие предусмотренные программой обучения учебные задания не выполнены; • качество выполнения некоторых из них оценено числом баллов, близким к минимальному.	[63; 66]	D	
	[60; 62]	D–	
<u>«Неудовлетворительно»</u> (с возможностью пересдачи): • теоретический материал освоен частично; • необходимые практические навыки работы не сформированы; • большинство предусмотренных программой учебных заданий не выполнено; • качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному; • при дополнительной самостоятельной работе над материалом курса возможно повышение качества выполнения учебных заданий.	[50; 59]	E	неудовлетворительно
	[25; 49]	FX	

«Неудовлетворительно» (без возможности пересдачи): • теоретический материал не освоен; • необходимые практические навыки работы не сформированы; • все выполненные учебные задания содержат грубые ошибки; • дополнительная самостоятельная работа над материалом курса не приведет к значимому повышению качества выполнения учебных заданий.	[0; 24]	F	
---	----------------	----------	--

4. Примерный перечень тем РГЗ(Р)

Поскольку общее задание общее, и его специфика определяется распределением (и его параметрами), которое надо смоделировать, методом моделирования случайной величины и оценивания качества смоделированной последовательности, темы РГЗ могут быть представлены в виде вариантов заданий, приведенных в таблице 2.

Таблица 2 - Варианты заданий

Вариант	Распределение	Параметры закона распределения	Метод моделирования вспомогательного распределения	Непараметрический критерий
1	χ^2	$n = 12$	Метод полярных координат Бокса-Мюллера-Марсальи	Критерий Смирнова
2	Фишера	$\mu = 1.5, v = 2.6$	Метод с приближённой обратной функцией (с аппроксимацией 1)	Критерий ω^2 -Крамера-Мизеса-Смирнова
3	Гамма	$v = 1.6$	Метод моделирования Бета-распределения	Критерий Колмогорова
4	Стьюдента	$n = 10$	Метод Мюллера	Критерий Смирнова
5	Рэлея	$\sigma = 7.5$	Метод суммирования (с поправкой 2, при $n = 3, n = 6, n = 12$)	Критерий ω^2 -Крамера-Мизеса-Смирнова
6	Фишера	$\mu = 3, v = 2$	Метод суммирования (с поправкой 1, при $n = 3, n = 6, n = 12$)	Критерий ω^2 -Крамера-Мизеса-Смирнова

Вариант	Распределение	Параметры закона распределения	Метод моделирования вспомогательного распределения	Непараметрический критерий
7	Гамма	$\nu = 6.5$	Метод с приближённой обратной функцией (с аппроксимацией 2)	Критерий Колмогорова
8	Стьюдента	$n = 8$	Метод суммирования (без поправок, при $n = 3, n = 6, n = 12$)	Критерий Смирнова
9	Гамма	$\nu = 4.5$	Метод полярных координат Бокса-Мюллера-Марсальи	Критерий Колмогорова
10	Гамма (n) и Бета (μ, ν)	$n = 4, \mu = 4, \nu = 3$	—	Критерий Ω^2 -Андерсона-Дарлингга
11	Фишера	$\mu = 4.1, \nu = 2.7$	Метод моделирования Бета-распределения	Критерий Смирнова
12	Фишера	$\mu = 4, \nu = 2$	Метод Мюллера	Критерий ω^2 -Крамера-Мизеса-Смирнова
13	χ^2	$n = 16$	Метод с приближённой обратной функцией (с аппроксимацией 1)	Критерий Ω^2 -Андерсона-Дарлингга
14	Рэлея	$\sigma = 6.4$	Метод с приближённой обратной функцией (с аппроксимацией 2)	Критерий Колмогорова
15	Гамма	$\nu = 5.9$	Метод моделирования Бета-распределения	Критерий Ω^2 -Андерсона-Дарлингга
16	Рэлея	$\sigma = 8.5$	Метод полярных координат Бокса-Мюллера-Марсальи	Критерий Смирнова

Вариант	Распределение	Параметры закона распределения	Метод моделирования вспомогательного распределения	Непараметрический критерий
17	χ^2	$n = 14$	Метод Мюллера	Критерий ω^2 -Крамера-Мизеса-Смирнова
18	Фишера	$\mu = 3, v = 3$	Метод с приближённой обратной функцией (с аппроксимацией 2)	Критерий Колмогорова
19	Гамма	$v = 2.3$	Метод моделирования Бета-распределения	Критерий Смирнова
20	Стьюдента	$n = 9$	Метод полярных координат Бокса-Мюллера-Марсальи	Критерий Ω^2 -Андерсона-Дарлинга
21	Гамма (n) и Бета (μ, v)	$n = 5, \mu = 3, v = 4$	—	Критерий ω^2 -Крамера-Мизеса-Смирнова
22	Рэлея	$\sigma = 7.1$	Метод Мюллера	Критерий Ω^2 -Андерсона-Дарлинга
23	χ^2	$n = 15$	Метод суммирования (с поправкой 1, при $n = 3, n = 6, n = 12$)	Критерий Колмогорова
24	Фишера	$\mu = 5, v = 2$	Метод с приближённой обратной функцией (с аппроксимацией 1)	Критерий Ω^2 -Андерсона-Дарлинга
25	Гамма	$v = 3.4$	Метод моделирования Бета-распределения	Критерий ω^2 -Крамера-Мизеса-Смирнова
26	Стьюдента	$n = 11$	Метод с приближённой обратной функцией (с аппроксимацией 1)	Критерий ω^2 -Крамера-Мизеса-Смирнова
27	Гамма (n) и Бета (μ, v)	$n = 3, \mu = 5, v = 4$	—	Критерий Колмогорова

Вариант	Распределение	Параметры закона распределения	Метод моделирования вспомогательного распределения	Непараметрический критерий
28	χ^2	$n = 12$	Метод с приближённой обратной функцией (с аппроксимацией 2)	Критерий Колмогорова
29	Рэля	$\sigma = 6.3$	Метод с приближённой обратной функцией (с аппроксимацией 1)	Критерий Колмогорова
30	Стьюдента	$n = 12$	Метод Мюллера	Критерий Колмогорова

Контрольные вопросы

I. Первая часть защиты:

1. Метод суммирования.
2. Метод полярных координат Бокса-Мюллера-Марсалы.
3. Метод с приближённой обратной функцией.
4. Метод Мюллера.
5. Моделирование Бета-распределения.

II. Вторая часть защиты:

1. Моделирование распределения Рэля.
2. Моделирование распределения χ^2 .
3. Моделирование распределения Стьюдента.
4. Моделирование распределения Фишера.
5. Моделирование Гамма-распределения.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра теоретической и прикладной информатики

Паспорт зачета

по дисциплине «Компьютерное моделирование», 8 семестр

1. Методика оценки

Зачет проводится в письменной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 1-20, второй вопрос из диапазона вопросов 21-32 (п. 4). В ходе зачета преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма билета для зачета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет ФПМИ

Билет № 1

к зачету по дисциплине «Компьютерное моделирование»

1. Системы массового обслуживания и их характеристики
2. СМО с отказами

Утверждаю: зав. кафедрой _____ д.т.н., профессор, Чубич В.М.
(подпись) (дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на билет для зачета считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает принципиальные ошибки, оценка составляет *от 0 до 9 баллов*.
- Ответ на билет для зачета засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает не принципиальные ошибки, например, вычислительные, оценка составляет *от 10 до 13 баллов*.
- Ответ на билет для зачета билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику

процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов, не допускает ошибок при решении задачи, оценка составляет *от 14 до 18 баллов*.

- Ответ на билет для зачета билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, не допускает ошибок и способен обосновать выбор метода решения задачи, оценка составляет *от 19 до 20 баллов*.

3. Шкала оценки

Зачет считается сданным, если сумма баллов по всем заданиям билета оставляет не менее 10 баллов (из 20 возможных).

В общей оценке по дисциплине баллы за зачет учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Вопросы к зачету по дисциплине «Компьютерное моделирование»

1. Этапы имитационного моделирования анализируемой системы. Что представляет собой система GPSS?
2. Системы массового обслуживания и их характеристики.
3. Понятие транзактов и их продвижение по модели.
4. Планирование событий в моделях массового обслуживания. Понятие таймера системного времени.
5. Операции языка GPSS.
6. Различие между блоками и командами. Примеры блоков и команд. Описание команды start.
7. Системные Числовые Атрибуты: общая форма записи, примеры, исключения.
8. Моделирование равномерно распределённых псевдослучайных чисел в языке GPSS.
9. Моделирование дискретных и непрерывных неравномерно распределённых псевдослучайных чисел в языке GPSS.
10. Описание блоков generate и terminate.
11. Моделирование очередей в языке GPSS.
12. Моделирование приборов в языке GPSS.
13. Моделирование многоканальных устройств в языке GPSS.
14. Описание блоков test и advance.
15. Описание блока transfer.
16. Таблицы в языке GPSS.
17. Функции в языке GPSS.
18. Матрицы в языке GPSS.
19. Логические переключатели в языке GPSS.
20. Команды clear, reset и rmult.
21. Задачи теории массового обслуживания
22. Классификация систем массового обслуживания
23. Случайные процессы с дискретными состояниями
24. Потоки событий
25. Уравнения Колмогорова.
26. Предельные вероятности состояний
27. Процессы гибели и размножения

- 28. СМО с отказами
- 29. СМО с ожиданием (с очередью)
- 30. Моделирование системы массового обслуживания
- 31. Моделирование простых систем массового обслуживания
- 32. Моделирование реальных систем массового обслуживания

Паспорт расчетно-графического задания (работы)

по дисциплине «Компьютерное моделирование», 8 семестр

1. Методика оценки

В рамках расчетно-графического задания (работы) по дисциплине студенты должны рассчитать параметры системы массового обслуживания (СМО); реализовать программное приложение, моделирующее работу СМО

При выполнении расчетно-графического задания (работы) студенты построить временную диаграмму работы СМО с выходом на стационарный режим работы, оценить значения показателей качества работы СМО, вывести на оптимальное значение конкретный показатель качества за счет изменения параметров СМО. Найти предельные вероятности для СМО, заданной в варианте.

Обязательные структурные части РГЗ.

Временная диаграмма работы СМО с выходом на стационарный режим работы

Таблица результатов работы СМО и оценки значения показателей качества с точки зрения клиента и с точки зрения владельца СМО, вывод в виде рекомендаций владельцу, направленных на оптимизацию данной СМО.

Вывод на оптимальное значение конкретный показатель качества за счет изменения параметров СМО

Предельные вероятности для СМО. Размеченный граф состояний СМО, описать состояния СМО, составить систему уравнений Колмогорова. Вероятности отказа, абсолютную и относительные пропускные способности СМО.

Оцениваемые позиции:

Правильность составления временной диаграммы работы СМО

Правильность представленных результатов и глубина их анализа

Наличие вывода на оптимальное значение конкретный показатель качества

Правильность составления размеченного графа состояний СМО, систему уравнений Колмогорова

Наличие и правильность решения системы уравнений Колмогорова для стационарного и нестационарного случаев, показателей вероятности отказа, абсолютной и относительной пропускных способностей СМО.

Глубина проработанности отчета

Код программы

Полнота тестов

2. Критерии оценки

- Работа считается **не выполненной**, если выполнены не все части РГЗ(Р), отсутствует анализ объекта, диагностические признаки не обоснованы, программные средства не выбраны или не соответствуют современным требованиям, оценка составляет от 0 до 9 баллов.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если части РГЗ(Р) выполнены формально: анализ объекта выполнен без декомпозиции, диагностические признаки

недостаточно обоснованы, программные средства не соответствуют современным требованиям, оценка составляет от 10 до 13 баллов.

- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если анализ объекта выполнен в полном объеме, признаки и параметры диагностирования обоснованы, алгоритмы разработаны, но не оптимизированы, программные средства выбраны без достаточного обоснования, оценка составляет от 14 до 18 баллов.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если анализ объекта выполнен в полном объеме, признаки и параметры диагностирования обоснованы, алгоритмы разработаны и оптимизированы, выбор программных средств обоснован, оценка составляет от 19 до 20 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ(Р) учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Примерный перечень тем РГЗ(Р)

Варианты заданий

Для Задания 1.

1 вариант.

Надо промоделировать работу небольшого магазина, который имеет один кассовый аппарат и одного продавца. Известны следующие параметры функционирования магазина:

- поток покупателей (требований), приходящих в магазин за покупками, равномерный;
- интервал времени прибытия покупателей колеблется в пределах от 8,7 до 10,3 мин включительно, или $9,5 \pm 0,8$ мин;
- время пребывания покупателей у кассового аппарата составляет $2,3 \pm 0,7$ мин. После этого покупатели подходят к продавцу для получения товара;
- время, потраченное на обслуживание покупателей продавцом, составляет $10 \pm 1,4$ мин.

Оптимизация: требуется максимизировать среднее количество занятых каналов.

2 вариант.

Нужно промоделировать движение на пешеходном переходе, оборудованном светофором. Допустим, что в одном направлении автомобили подъезжают к переходу с равномерным распределением с интервалом времени 20 ± 10 с, а пешеходы, желающие пересечь улицу по переходу, прибывают к нему с интервалом 30 ± 10 с также с равномерным распределением. Если переход занят пешеходами, то дорожное движение останавливается, и создается очередь из ожидающих автомобилей. Если сигнал светофора зеленый и пешеходный переход не занят пешеходами, то автомобили проезжают. Если сигнал светофора красный или пешеходный переход занят пешеходами, то автомобили не могут проезжать. Время проезда через пешеходный переход составляет 10 ± 2 с и распределяется в замкнутом интервале [8-12] с согласно равномерно распределенному закону.

Оптимизация: требуется минимизировать среднее время ожидания заявок в очередях.

3 вариант.

Надо промоделировать работу переговорного пункта, который имеет одно помещение для трех посетителей. Известны следующие параметры функционирования переговорного пункта. Поток посетителей (требований), приходящих на переговорный пункт, равномерный. Интервал между прибытиями посетителей колеблется в пределах от 0,85 до 2,85 мин включительно, или $1,85 \pm 1$ мин. Время оплаты каждого переговора составляет $1,5 \pm 0,4$ мин, а время разговора посетителей по телефону - $4,4 \pm 1,35$ мин. Время ожидания вызова абонента составляет $3,5 \pm 1,1$ мин. Время разговора посетителей, оплаты разговора и ожидания вызова абонента подчиняется равномерному распределению вероятностей. Если все телефоны переговорного пункта заняты, то посетитель ожидает освобождения одного из них. Максимальная длина очереди: 3 человека.

Оптимизация: требуется минимизировать вероятность отказа.

4 вариант.

К рабочим поступают на изготовление детали с транспортного конвейера. Интервал между поступлениями двух идущих одна за другой деталей равен 9 ± 1 мин. Время изготовления детали первым рабочим составляет 12 ± 1 мин, а вторым - 13 ± 2 мин. Если рабочий занят, он не берет деталь с конвейера, и она перемещается к другому рабочему. Детали не накапливаются у первого рабочего. Если он занят, то детали поступают на обработку ко второму рабочему;

Оптимизация: требуется минимизировать вероятность простоя хотя бы одного канала.

5 вариант.

Промоделируем работу участка цеха, состоящего из трех видов оборудования, обслуживающих два потока изделий. Известны интервалы времени между поступлениями изделий каждого типа на обработку. Они соответственно равны 42 ± 5 и 20 ± 5 мин с равномерным законом распределения. Известно время изготовления изделия каждого потока на каждом виде оборудования. Так, время изготовления изделия первого потока на первом виде оборудования составляет 17 ± 2 мин, на втором - 32 ± 4 и на третьем - 22 ± 3 мин. Время изготовления изделия второго потока на первом виде оборудования составляет 19 ± 3 мин, на втором - 27 ± 5 и на третьем - 27 ± 5 мин. Продолжительность изготовления изделий на всех видах оборудования определяется равномерным законом распределения.

Оптимизация: требуется минимизировать вероятность простоя всех каналов одновременно.

Для Задания 2.

1 вариант.

Одноканальная система обслуживания представляет собой телефонную линию. Заявка-вызов, поступившая в систему, если канал занят, получает отказ. Интенсивность потока заявок $\lambda = 0.5$ (число вызовов в минуту). Средняя продолжительность разговора 2 минуты. Входной поток заявок простейший, а время обслуживания экспоненциальное с параметром μ .

2 вариант.

Многоканальная система (5 каналов) обслуживания представляет собой телефонную линию. Заявка-вызов, поступившая в систему, если все каналы заняты, получает отказ. Интенсивность потока заявок $\lambda = 0.6$ (число вызовов в минуту). Средняя продолжительность разговора 2.1 минуты. Входной поток заявок простейший, а время обслуживания экспоненциальное с параметром μ .

3 вариант.

Одноканальная система обслуживания представляет собой телефонную линию. Заявка-вызов, поступившая в систему, если канал занят, становится в очередь длиной 5. Если в очереди нет места, заявка покидает систему. Интенсивность потока заявок $\lambda = 0.5$ (число вызовов в минуту). Средняя продолжительность разговора 2 минуты. Входной поток заявок простейший, а время обслуживания экспоненциальное с параметром μ .

4 вариант.

Одноканальная система обслуживания представляет собой телефонную линию. Заявка-вызов, поступившая в систему, если канал занят, становится в очередь длиной 5. Если в очереди нет места, заявка покидает систему. Интенсивность потока заявок $\lambda = 0.5$ (число вызовов в минуту). Средняя продолжительность разговора 2 минуты. Входной поток заявок простейший, а время обслуживания экспоненциальное с параметром μ . При этом известно, что некоторые заявки могут покинуть очередь, не дождавшись начала обслуживания с интенсивностью $\nu = 0.2$.

5 вариант.

Многоканальная система (2 канала) обслуживания представляет собой телефонную линию. Заявка-вызов, поступившая в систему, если канал занят, становится в очередь длиной 3. Если в очереди нет места, заявка покидает систему. Интенсивность потока заявок $\lambda = 0.5$ (число вызовов в минуту). Средняя продолжительность разговора 2 минуты. Входной поток заявок простейший, а время обслуживания экспоненциальное с параметром μ .