

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ИНГУШСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»



"25" мая

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Моделирование динамических систем**

Основной профессиональной образовательной программы

академического бакалавриата

**01.03.01 Математика**

**Квалификация выпускника**

Бакалавр

**Форма обучения**

Очная

Составители рабочей программы

доцент, кандидат т. наук

  
(подпись)

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры «Математика и ИВТ»

Протокол заседания № 8 от «12» апреля 2018г.

Заведующий кафедрой «Математика и ИВТ»

доцент, кандидат ф.-м. наук

  
(подпись)

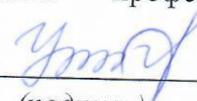
/Мальба

Рабочая программа одобрена учебно-методическим советом

физико-математического факультета

Протокол заседания № 9 от «30» апреля 2018г.

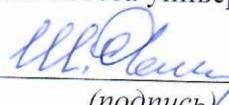
Председатель учебно-методического совета профессор, кандидат ф.-м.

  
(подпись)

Программа рассмотрена на заседании Учебно-методического совета универ

протокол № 9 от «04» мая 2018г.

Председатель Учебно-методического совета университета профессор, канди

  
(подпись)

/Хаша

## 1 Цель и задачи освоения дисциплины

Целью дисциплины «Моделирование динамических систем» является формирование у студентов теоретических знаний о принципах построения систем имитационного моделирования, способности самостоятельно выполнять анализ эффективности экономических информационных систем методами имитационного моделирования, применять имитационные модели в системах управления экономического назначения.

Задачи курса:

- приобретение студентами знаний о типовых математических схемах моделирования систем;
- изучение статистического моделирования систем на ЭВМ;
- ознакомление с основными языками имитационного моделирования систем;
- изучение современных способов имитационного моделирования сложных экономических информационных систем.

## 2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Планируемыми результатами обучения по дисциплине, являются знания, умения, навыки и/или опыт деятельности, характеризующие этапы/уровни формирования компетенций и обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения образовательной программы в целом. Перечень компетенций, формируемых в результате изучения дисциплины, приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Формируемые компетенции

Название ОПОП ВО (сокращенное название)	Компетенции	Название компетенции	Составляющие компетенции	
09.03.02 Информационные системы и технологии (БИС)	ПК-5	способность проводить моделирование процессов и систем	Знания:	инструментальных средств и языков моделирования, основных понятий теории моделирования, классификации видов моделирования
			Умения:	применять имитационное моделирование при решении профессиональных задач
			Навыки:	владения методами моделирования процессов и систем

## 3 Место дисциплины в структуре основной образовательной программы

Дисциплина «Моделирование динамических систем» относится к базовой части ОПОП.

Входными требованиями, необходимыми для освоения дисциплины, является наличие у обучающихся компетенций, сформированных при изучении дисциплин «Информатика и основы программирования», «Моделирование бизнес-процессов» «Теория массового обслуживания», «Теория систем и системный анализ».

На данную дисциплину опираются дисциплина «Моделирование производственных процессов базовый курс», курсовое проектирование и выпускная квалификационная работа.

#### 4. Объем дисциплины

Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу с обучающимися (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу по всем формам обучения, приведен в таблице 2.

Таблица 2 – Общая трудоемкость дисциплины

Название ОПОП	Форма обучения	Цикл	Семестр курс	Трудоем- кость  (З.Е.)	Объем контактной работы (час)					СРС	Форма аттестации	
					Всего	Аудиторная			Внеаудитор- ная			
				лек.		прак.	лаб.	ПА	КСР			
БИС	ОФО	Бл1.Б.3	6	5	77	34	34	–	9	–	103	экзамен
	ЗФО	Бл1.В	4	5	23	6	8	–	9	–	157	экзамен

#### 5 Структура и содержание дисциплины

##### 5.1 Структура дисциплины

Тематический план, отражающий содержание дисциплины (перечень разделов и тем), структурированное по видам учебных занятий с указанием их объемов в соответствии с учебным планом, приведен в таблице 3.

Таблица 3 – Структура дисциплины

№	Название темы	Вид занятия	Объем час	Кол-во часов в интерактивной и электронной форме	СРС ОФО /ЗФО
1	Основные понятия теории моделирования систем	Лекция	2	1	5/8
2	Основные подходы к построению математических моделей систем	Лекция	2	1	5/8
3	Формализация и алгоритмизация процесса функционирования систем	Лекция	6	3	7/17
4	Метод статистического моделирования	Лекция	2	1	5/8
5	Модели массового обслуживания	Лекция	2	–	7/8
6	Назначение и виды языков моделирования	Лекция	4	–	7/8
7	Язык моделирования GPSS	Лекция	16	–	17/36
8	Моделирование систем с одним прибором и очередью	Лабораторная работа	2	–	5/6
9	Исследование с помощью имитационной модели процесса расширения системы обслуживания с одним прибором и очередью	Лабораторная работа	2	–	5/6
10	Исследование на имитационной модели процесса изменения дисциплины обслуживания в системе с одним прибором и очередью	Лабораторная работа	4	–	5/6
11	Моделирование систем обслуживания с прибором, очередью и обратной связью	Лабораторная работа	4	–	5/6
12	Исследование на имитационной модели процессов управления производством	Лабораторная работа	4	4	5/8
13	Исследование на имитационной модели процесса контроля производственной линии	Лабораторная работа	4	–	5/8
14	Моделирование экспоненциального распределения интервалов времени обслуживания	Лабораторная работа	2	–	5/6

15	Исследование влияния длины очереди на среднюю интенсивность обслуживания с помощью машинной имитации	Лабораторная работа	4	–	5/6
16	Исследование работы системы массового обслуживания средствами имитационного моделирования	Лабораторная работа	4	5	5/6
17	Сравнение альтернативных систем обслуживания	Лабораторная работа	4	–	5/6

## 5.2 Содержание дисциплины

### 1. Тема 1 Основные понятия теории моделирования систем (2 часа)

Основные определения теории имитационного моделирования. Области применения методов имитационного моделирования. Классификация видов моделирования систем. Полные, неполные и приближенные модели. Мысленное и реальное моделирование. Системы моделирования: детерминированные и стохастические; статические и динамические; дискретные, непрерывные и дискретно-непрерывные. Принципы моделирования. Принцип информационной достаточности. Принцип осуществимости. Принцип множественности модели. Принцип агрегирования. Принцип параметризации.

Литература по теме: [1, 2], [7], [10-11].

Формы и методы проведения занятий по теме: лекция.

Форма текущего контроля: текущий тест.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: подготовка к текущему и промежуточному тестированию.

### Тема 2 Основные подходы к построению математических моделей систем (2 часа)

Математические модели систем. Математическая схема. Независимые (экзогенные) переменные: входные воздействия, внутренние параметры системы, воздействия внешней среды. Зависимые (эндогенные) переменные – выходные характеристики системы. Пространство состояний. Типовые математические схемы.

Литература по теме: [1, 2], [3-7], [10-11].

Формы и методы проведения занятий по теме: лекция.

Форма текущего контроля: текущий тест.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: подготовка к текущему и промежуточному тестированию.

### 3. Тема 3 Формализация и алгоритмизация процесса функционирования систем (6 часов)

Основные этапы процесса моделирования. Формулировка проблемы. Концептуальная модель. Детализация системы. Построение математической модели. Алгоритмизация модели и её машинная реализация. Организация отсчета времени в модели и представление параллельно развивающихся процессов. Реальное время, модельное время, машинное время. Равномерный отсчет времени. Событийный отсчет времени. Виды параллельных процессов. Механизм реализации параллельных процессов на примере транзактных систем моделирования. Список текущих событий, список будущих событий, Список прерываний. Отображение моделируемой системы в виде алгоритмов и программ. Обобщенная схема моделирующего алгоритма. Детальная схема. Логическая схема. Схема программы. Получение и интерпретация результатов моделирования. План проведения эксперимента. Факторное пространство. Стратегическое планирование. Тактическое планирование. Адекватность. Устойчивость. Чувствительность. Калибровка модели. Форма представления результатов.

Литература по теме: [1, 2], [7], [10-11].

Формы и методы проведения занятий по теме: лекция.

Форма текущего контроля: текущий тест.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: подготовка к текущему и

промежуточному тестированию.

#### *4. Тема 4. Метод статистического моделирования (2 часа)*

Метод Монте-Карло. Общая структура статистической модели. Моделирование случайных процессов. Способы формирования базовой случайной величины. Псевдослучайные числа и процедуры их машинной генерации (метод серединных квадратов, конгруэнтные процедуры, мультипликативный метод). Проверка качества последовательностей псевдослучайных чисел.

Литература по теме: [1, 2], [7], [10-11].

Формы и методы проведения занятий по теме: лекция.

Форма текущего контроля: текущий тест.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: подготовка к текущему и промежуточному тестированию.

#### *5. Тема 5. Модели массового обслуживания (2 часа)*

Типовые системы массового обслуживания и их характеристики. Входящий поток событий. Дисциплины постановки в очередь и выбора из неё. Правила обслуживания. Приоритетные и бесприоритетные дисциплины обслуживания. Выходящий поток. Режим работы системы массового обслуживания (СМО). Закон Литтла. Системы с одним устройством обслуживания. Формула Хинчина-Полячика. Основы дискретно-событийного моделирования СМО. Многоканальные системы массового обслуживания.

Литература по теме: [1, 2], [7], [10-11].

Формы и методы проведения занятий по теме: лекция.

Форма текущего контроля: текущий тест.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: подготовка к текущему и промежуточному тестированию.

#### *6. Тема 6. Назначение и виды языков моделирования (2 часа)*

Сравнение характеристик языков имитационного моделирования. Обзор программного обеспечения имитационного моделирования. Автоматизированные системы моделирования и моделирующие центры. Примеры. Обзор современного состояния имитационного и статистического моделирования.

Литература по теме: [1, 2], [7], [10-11].

Формы и методы проведения занятий по теме: лекция.

Форма текущего контроля: текущий тест.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: подготовка к текущему и промежуточному тестированию.

#### *7. Тема 7. Язык моделирования GPSS (16 часов)*

Система имитационного моделирования GPSS. Объекты языка GPSS. Категории и типы. Синтаксис элементов языка. Блоки и транзакты. Транзакты в системах моделирования экономических процессов. Часы модельного времени. Ввод транзакта в модель. Удаление транзактов из модели. Управление продолжительностью процесса моделирования. Элементы, символизирующие одноканальные обслуживающие устройства. Реализация задержки во времени. Сбор статистики при ожидании. Переход транзакта в блок отличный от последующего. Моделирование многоканальных устройств. Примеры построения экономических моделей. Переменные. Определение функций. Особенности вычисления дискретных и непрерывных GPSS функций. Моделирование неравномерных случайных величин. Моделирование вероятностных функций распределения в GPSS WORLD. Моделирование пуассоновского потока. Экспоненциальный закон распределения. Моделирование нормального закона распределения. Стандартные числовые атрибуты, параметры транзактов. Внутренние атрибуты событий в модели. Изменение приоритета транзактов. Организация обслуживания с прерыванием. Сохраняемые величины. Проверка числовых выражений. Определение и использование таблиц. Косвенная адресация. Обработка транзактов принадлежащих одному семейству. Блоки управления потоками транзактов.

Списки пользователей.

Литература по теме: [1, 2], [7], [10-11].

Формы и методы проведения занятий по теме: лекция.

Форма текущего контроля: текущий тест.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: подготовка к текущему и промежуточному тестированию.

*8. Тема 1. Моделирование систем с одним прибором и очередью (1 час)*

Цель работы: освоение принципов моделирования процессов функционирования систем, получение и закрепление навыков построения имитационных моделей.

Системы массового обслуживания и их характеристики. Основы дискретно-событийного моделирования СМО. Моделирование одноканальных СМО. Основные характеристики работы одноканальной СМО. Среда моделирования GPSS/W. Принципы построения имитационных программ. Правилами записи программы. Объекты и типы операторов GPSS/W. Операторы GPSS/W: GENERATE, TERMINATE, SEIZE и RELEASE, ADVANCE, QUEUE и DEPART. Стандартная статистика по очередям.

Литература по теме: [2], [8-9], [13-15]

Формы и методы проведения занятий по теме: лабораторная работа.

Форма текущего контроля: отчет о выполнении лабораторной работы.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: подготовка к лабораторным работам.

*9. Тема 2. Исследование с помощью имитационной модели процесса расширения системы обслуживания с одним прибором и очередью (1 час)*

Цель работы: освоение принципов моделирования процессов функционирования систем, получение и закрепление навыков построения имитационных моделей.

Системы массового обслуживания и их характеристики. Основы дискретно-событийного моделирования СМО. Моделирование одноканальных СМО. Основные характеристики работы одноканальной СМО. Среда моделирования GPSS/W. Принципы построения имитационных программ. Правилами записи программы. Объекты и типы операторов GPSS/W. Операторы GPSS/W: GENERATE, TERMINATE, SEIZE и RELEASE, ADVANCE, QUEUE и DEPART. Стандартная статистика по очередям.

Литература по теме: [2], [8-9], [13-15]

Формы и методы проведения занятий по теме: лабораторная работа.

Форма текущего контроля: отчет о выполнении лабораторной работы.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: подготовка к лабораторным работам.

*10. Тема 3. Исследование на имитационной модели процесса изменения дисциплины обслуживания в системе с одним прибором и очередью (2 часа)*

Цель работы: освоение принципов приоритетного моделирования процессов функционирования систем, получение и закрепление навыков построения имитационных моделей.

Системы массового обслуживания и их характеристики. Основы дискретно-событийного моделирования СМО. Моделирование одноканальных СМО. Основные характеристики работы одноканальной СМО. Моделирование одноканальных СМО средствами GPSS/W – блоки SEIZE и RELEASE. Дисциплины постановки в очередь и выбора из неё. Правила обслуживания и дисциплины обслуживания. Сбор статистики при ожидании – блоки QUEUE и DEPART. Определение приоритета с помощью оператора GENERATE. Стандартной статистика по очередям и приборам. Расчет экономических потерь (какая стандартная статистическая информация для этого необходима).

Литература по теме: [2], [8-9], [13-15]

Формы и методы проведения занятий по теме: лабораторная работа.

Форма текущего контроля: отчет о выполнении лабораторной работы.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: подготовка к лабораторным работам.

работам.

*11. Тема 4. Моделирование систем обслуживания с прибором, очередью и обратной связью (2 часа)*

Цель работы: моделирование процессов функционирования систем и нахождение оптимального варианта работы.

Основы дискретно-событийного моделирования СМО. Моделирование одноканальных СМО. Основные характеристики работы одноканальной СМО. Моделирование одноканальных СМО средствами GPSS/W – блоки SEIZE и RELEASE. Оператор GPSS/W TRANSFER. Стандартная статистика по очередям и приборам. Расчет прибыльности предприятия (какая стандартная статистическая информация для этого необходима).

Литература по теме: [2], [8-9], [13-15]

Формы и методы проведения занятий по теме: лабораторная работа.

Форма текущего контроля: отчет о выполнении лабораторной работы.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: подготовка к лабораторным работам.

*12. Тема 5. Исследование на имитационной модели процессов управления производством (2 часа)*

Цель работы: рассмотрение принципов построения имитационных моделей процессов управления производством, анализ результатов моделирования.

Основы дискретно-событийного моделирования СМО. Моделирование одноканальных СМО. Основные характеристики работы одноканальной СМО. Моделирование одноканальных СМО средствами GPSS/W – блоки SEIZE и RELEASE. Оператор GPSS/W TRANSFER.

Литература по теме: [2], [8-9], [13-15]

Формы и методы проведения занятий по теме: лабораторная работа.

Форма текущего контроля: отчет о выполнении лабораторной работы.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: подготовка к лабораторным работам.

*13. Тема 6. Исследование на имитационной модели процесса контроля производственной линии (2 часа)*

Цель работы: рассмотрение принципов построения имитационных моделей для нахождения варианта с минимальной стоимостью эксплуатации системы.

Основы дискретно-событийного моделирования СМО. Моделирование многоканальных СМО. Основные характеристики работы многоканальной СМО. Моделирование многоканальных устройств средствами языка GPSS/W. Блоки ENTER и LEAVE. Определение ёмкости многоканального устройства – оператор STORAGE. Оператор GPSS/W TRANSFER. Стандартная статистика по многоканальному устройству. Нахождение минимальной стоимости эксплуатации системы (какая стандартная статистическая информация необходима для этого).

Литература по теме: [2], [8-9], [13-15]

Формы и методы проведения занятий по теме: лабораторная работа.

Форма текущего контроля: отчет о выполнении лабораторной работы.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: подготовка к лабораторным работам.

*14. Тема 7. Моделирование экспоненциального распределения интервалов времени обслуживания (1 час)*

Цель работы: рассмотрение принципов моделирования различных законов распределения.

Основы дискретно-событийного моделирования СМО. Моделирование многоканальных СМО. Основные характеристики работы многоканальной СМО. Моделирование непрерывных случайных величин. Моделирование экспоненциального и

нормального распределения случайной величины. Моделирование вероятностных функций распределения в GPSS/W. Моделирование многоканальных устройств средствами языка GPSS/W. Блоки ENTER и LEAVE. Определение ёмкости многоканального устройства – оператор STORAGE. Стандартная статистика по многоканальному устройству. Расчет прибыльности предприятия (какая стандартная статистическая информация необходима для этого).

Литература по теме: [2], [8-9], [13-15]

Формы и методы проведения занятий по теме: лабораторная работа.

Форма текущего контроля: отчет о выполнении лабораторной работы.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: подготовка к лабораторным работам.

*15. Тема 8. Исследование влияния длины очереди на среднюю интенсивность обслуживания с помощью машинной имитации (1 час)*

Цель работы: рассмотрение принципов имитационного моделирования производственных систем, анализ полученных результатов.

Моделирование одноканальных СМО. Основные характеристики работы одноканальной СМО. Моделирование непрерывных случайных величин. Моделирование экспоненциального и нормального распределения случайной величины. Моделирование вероятностных функций распределения в GPSS/W. Определение функции в GPSS/W. Использование функций в блоках GENERATE и ADVANCE. Стандартные числовые атрибуты. Моделирование одноканальных устройств средствами языка GPSS/W. Блоки SEIZE и RELEASE. Стандартная статистика по приборам (одноканальным устройствам).

Литература по теме: [2], [8-9], [13-15]

Формы и методы проведения занятий по теме: лабораторная работа.

Форма текущего контроля: отчет о выполнении лабораторной работы.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: подготовка к лабораторным работам.

*16. Тема 9. Исследование работы системы массового обслуживания средствами имитационного моделирования (2 часа)*

Цель работы: анализ результатов имитационного моделирования в СМО.

Моделирование одноканальных и многоканальных СМО. Основные характеристики работы одноканальной и многоканальной СМО. Моделирование непрерывных случайных величин. Моделирование экспоненциального и нормального распределения случайной величины. Моделирование вероятностных функций распределения в GPSS/W. Определение функции в GPSS/W. Использование функций в блоках GENERATE и ADVANCE. Моделирование одноканальных и многоканальных устройств средствами языка GPSS/W. Блоки SEIZE и RELEASE, ENTER и LEAVE. Параметры транзакта. Изменение значений параметров блок ASSIGN. Сбор статистики об ожидании – блоки QUEUE и DEPART. Стандартная статистика по приборам (одноканальным устройствам), очередям и многоканальным устройствам.

Литература по теме: [2], [8-9], [13-15]

Формы и методы проведения занятий по теме: лабораторная работа.

Форма текущего контроля: отчет о выполнении лабораторной работы.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: подготовка к лабораторным работам.

*17. Тема 10. Сравнение альтернативных систем обслуживания (2 часа)*

Цель работы: построение имитационной модели системы обслуживания, анализ полученных данных, выработка рекомендаций для ЛПР (Лиц, Принимающих Решение).

Моделирование одноканальных и многоканальных СМО. Основные характеристики работы одноканальной и многоканальной СМО. Моделирование непрерывных случайных величин. Моделирование экспоненциального и нормального распределения случайной величины. Моделирование вероятностных функций распределения в GPSS/W. Определение

функции в GPSS/W. Использование функций в блоках GENERATE и ADVANCE. Моделирование одноканальных и многоканальных устройств средствами языка GPSS/W. Блоки SEIZE и RELEASE, ENTER и LEAVE. Параметры транзакта. Блок ASSIGN. Оператор GPSS/W PRIORITY. Сбор статистики об ожидании – блоки QUEUE и DEPART. Оператор SELECT. Стандартная статистика по приборам (одноканальным устройствам), очередям и многоканальным устройствам.

Литература по теме: [2], [8-9], [13-15]

Формы и методы проведения занятий по теме: лабораторная работа.

Форма текущего контроля: отчет о выполнении лабораторной работы.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: подготовка к лабораторным работам.

## **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

В ходе изучения дисциплины «Моделирование динамических систем» студенты могут посещать аудиторные занятия (лекции, лабораторные занятия, консультации). Особенность изучения дисциплины «Моделирование динамических систем» состоит в выполнении комплекса лабораторных работ, главной задачей которого является получение навыков моделирования систем с использованием современных информационных.

Для очной формы обучения в соответствии с учебными планами направлений подготовки процесс изучения дисциплины может предусматривать проведение лекций, лабораторных занятий, консультаций, а также самостоятельную работу студентов. Обязательным является проведение лабораторных занятий в специализированных компьютерных аудиториях, оснащенных персональными компьютерами или подключенных к центральному серверу терминалов.

Для прочих форм обучения в соответствии с учебными планами направлений подготовки процесс изучения дисциплины может предусматривать проведение установочных и обзорных лекций в аудиториях с мультимедийным оборудованием и лабораторных занятий по ключевым практическим темам дисциплины в специализированных компьютерных аудиториях, а также проведение консультаций. Наибольшая часть учебного времени отводится на самостоятельную работу студентов, во время которой студентами заочной формы обучения должны быть выполнены контрольные работы.

Результаты самостоятельной работы по дисциплине могут быть проверены на экзамене при ответах на вопросы, вынесенные на самостоятельное изучение.

## **7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы**

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут использовать в специализированных аудиториях терминалы, подключенные к центральному серверу, обеспечивающему доступ к современному программному обеспечению, необходимому для изучения дисциплины, а также доступ через локальную сеть университета к студенческому файловому серверу и через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к хранилищу полнотекстовых материалов и к электронной образовательной среде, где в электронном виде располагаются учебно-методические и раздаточные материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

## **8. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации**

В соответствии с требованиями ФГОС ВО для аттестации обучающихся на соответствие их персональных достижений планируемым результатам обучения по дисциплине созданы фонды оценочных средств (Приложение 1).

## **9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

### а) основная литература

1. Лычкина Н.Н. Имитационное моделирование экономических процессов: учеб. пособие для студентов вузов / Н. Н. Лычкина. - М.: ИНФРА-М, 2014. - 254 с.

2. Советов Б.Я. Моделирование систем. Практикум: учеб. пособие для бакалавров / Б.Я. Советов, С.А. Яковлев; С.-Петерб. гос. электро-техн. ун-т. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Юрайт, 2013. - 295 с. - (Бакалавр. Базовый курс)

### б) дополнительная литература

3. Вдовин В.М. Теория систем и системный анализ / В.М. Вдовин, Л.Е. Суркова, В.А. Валентинов. – 2-е изд. – М.: Дашков и К°, 2012. – 640 с.

4. Емельянов А.А. Компьютерная имитация экономических процессов: учебник [для студентов вузов] / [авт.: А. А. Емельянов, Е. А. Власова, Р. В. Дума и др.]; под ред. А. А. Емельянова. - М.: Маркет ДС, 2010. - 464 с. - (Университетская серия).

5. Емельянов А.А. Имитационное моделирование экономических процессов / А.А. Емельянов, Е.А. Власова, Р.В. Дума; под ред. А.А. Емельянова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Финансы и статистика: ИНФРА-М, 2009. – 416 с.

6. Качала В.В. Основы теории систем и системного анализа / В.В. Качала. – М.: Горячая линия-Телеком, 2007. – 216 с.

7. Колесов Ю.Б. Моделирование систем: практикум по компьютерному моделированию / Ю.Б. Колесов, Ю.Б. Сениченков. – СПб.: БХВ-Петербург, 2007. – 352 с.

8. Павловский Ю.Н. Имитационное моделирование / Ю.Н. Павловский, Н.В. Белотелов, Ю.И. Бродский. – М.: Академия, 2008. – 236 с.

9. Чикуров Н.Г. Моделирование систем и процессов: учеб. пособие для студентов вузов / Н.Г. Чикуров. - М.: РИОР: ИНФРА-М, 2013. - 398 с. : ил.

## **10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

### а) полнотекстовые базы данных

12. ЭБС [znanium.com](http://znanium.com) издательства «ИНФРА-М»

### б) интернет-ресурсы

13. сайт для студентов, ученых и специалистов – <http://www.gpss.ru>

14. <http://www.simulation.org.ua>

15. GPSS форум – <http://www.gpss-forum.narod.ru>

16. официальный дистрибьютор системы в России – [www.Elina-computer](http://www.Elina-computer)

## **11. Перечень информационных технологий**

Для проведения лекционных и лабораторных занятий рекомендуется использовать:

а) программное обеспечение: MS Office, GPSS World

б) техническое и лабораторное обеспечение – компьютерный класс, аудитория с презентационным оборудованием.

## **12. Электронная поддержка дисциплины**

При изучении дисциплины для проработки всех тем и выполнения заданий по всем

темам студенты могут использовать различные учебно-методические материалы, размещаемые в электронном виде преподавателями на студенческом файловом сервере, в хранилище полнотекстовых материалов, а также в электронной образовательной среде ИнГГУ, которая предполагает также возможность обмена информацией с преподавателем для подготовки заданий. Доступ студентов к студенческому файловому серверу, хранилищу полнотекстовых материалов, электронной образовательной среде осуществляется с использованием с использованием учетных записей студентов.

### **13. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Для проведения лекций по дисциплине используются специализированные аудитории с мультимедийным оборудованием или с возможностями подключения к такому оборудованию, позволяющему демонстрировать на большом экране приемы работы с персональным компьютером и другой лекционный материал (технические характеристики компьютера, входящего в состав мультимедийного оборудования или используемого совместно с таким оборудованием, должны обеспечивать возможность работы с современными версиями операционной системы Windows, пакета Microsoft Office, обслуживающих, прикладных программ и другого, в том числе и сетевого программного обеспечения).

Для проведения лабораторных занятий по дисциплине и для самостоятельной работы студентов используются специализированные аудитории, оснащенные терминалами и персональными компьютерами, подключенными к центральному серверу, обеспечивающему технические характеристики обслуживания терминалов или персональных компьютеров, позволяющие при проведении лабораторных занятий использовать современное программное обеспечение (операционную систему Windows 7 и выше, пакет Microsoft Office 2010 и выше, а также обслуживающие программы и среды разработки программ по выбору преподавателей).