

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(ВлГУ)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор  
по учебно-методической работе

А.А.Панфилов

« 15 » февраля 2016 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

«Моделирование»

Направление подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»

Профиль подготовки \_\_\_\_\_

Уровень высшего образования \_\_\_\_\_ бакалавриат \_\_\_\_\_

Форма обучения \_\_\_\_\_ Очная \_\_\_\_\_

Кафедра \_\_\_\_\_ Вычислительная техника \_\_\_\_\_

Семестр	Трудоем- кость зач. ед., час	Лекций, час.	Практич. занятий, час.	Лаборат. работ, час	СРС, час.	Форма промежу- точного контроля (экс./зачет)
6	5 / 180	36	18	18	63	Экзамен/45

Владимир  
2016

*Handwritten signature and date*

## АННОТАЦИЯ

Повышение эффективности внедрения новой техники в различных отраслях народного хозяйства требует широкого использования средств вычислительной техники и методологий моделирования. Знание методики анализа и моделирования вычислительных систем (ВС) и узлов электронной и вычислительной аппаратуры (ЭВА) на базе новейших научных достижений и прикладных программных систем является определяющим при создании современной аппаратуры. В настоящее время полное и всестороннее исследование ВС и узлов ЭВА на всех этапах разработки, начиная с обследования объекта и составления технического задания на проектирование и кончая внедрением в эксплуатацию, невозможно без методов моделирования на ЭВМ. Именно моделирование является средством, позволяющим без капитальных затрат решить проблемы построения больших вычислительных комплексов, поэтому дисциплина «Моделирование» - одна из базовых дисциплин подготовки инженерно-системотехников.

В материалах курса рассматриваются основные классы моделей и методов моделирования, применяемых при разработке ВС, принципы построения моделей больших систем, методы формализации и алгоритмизации, даются навыки практической реализации моделирующих алгоритмов и программ на ЭВМ. В качестве базового программного обеспечения и языковых средств моделирования ЭВА на системном уровне использована система GPSS (General Purpose System Simulation), широко распространенная как в учебных вузах, так и в промышленных организациях в России и за рубежом. Изучаются методы моделирования на основе сетей Петри.

### 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель** дисциплины состоит в обучении студентов математическому моделированию, необходимому при проектировании и исследовании технических объектов и технологических процессов.

Достижение названных целей предполагает решение **следующих задач**:

- ознакомление с общими подходами к анализу и моделированию технических объектов и технологических процессов, с имитационными моделями в системах массового обслуживания, с принципами событийного моделирования, способами генерации случайных чисел по различным законам распределения, с моделями и алгоритмами сетей Петри;
- изучение математических моделей объектов на микро-, макро- и мета-уровнях, в символах систем массового обслуживания, в символах сетей Петри;
- овладение умениями и навыками работы с программными системами моделирования вычислительных систем и узлов, способами математического описания вычислительных узлов, электронных компонентов и электронных схем ЭВМ, работать с технической и справочной литературой.

### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Моделирование» относится к циклу дисциплин по выбору вариативной части по направлению 09.03.01 – «Информатика и вычислительная техника» бакалавриата.

Дисциплина основывается на следующих дисциплинах направления 09.03.01 – «Информатика и вычислительная техника» «Математика», «Программирование», «Электроника и

схемотехника», «Дискретная математика и математическая логика», «Численные методы», «Методы оптимизации», «Языки описания аппаратуры», «Основы автоматизации проектирования». Дисциплина является основой для изучения таких дисциплин как «Сети и телекоммуникации», «Нейронные сети», «Микропроцессорные системы», а также для выбора тематики и выполнении выпускной квалификационной работы.

### 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Способность осваивать методики использования программных средств для решения практических задач (ОПК-2);

способность обосновывать принимаемые проектные решения, осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке их корректности и эффективности (ПК-3).

В результате изучения дисциплины «Моделирование» – обучающийся должен:

**ЗНАТЬ:** общие подходы к анализу и моделированию технических объектов и технологических процессов, имитационные модели в системах массового обслуживания, принципы событийного моделирования, способы генерации случайных чисел по различным законам распределения, языки моделирования, принципы аналитического моделирования, модели и алгоритмы сетей Петри.

**УМЕТЬ:** составлять математические модели объектов на микро-, макро- и мета-уровнях, описывать технические объекты в символах систем массового обслуживания, разрабатывать программы по генерации случайных чисел, планировать машинный эксперимент и интерпретировать результаты моделирования, составлять модель в символах сетей Петри.

**ВЛАДЕТЬ:** навыками работы с программными системами моделирования вычислительных систем и узлов, способами математического описания вычислительных узлов, электронных компонентов и электронных схем ЭВМ.

### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Моделирование» составляет 5 зачетных единицы, 180 часов.

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)							Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (часы / %)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации
				Лекции	Семинары	Практ. занятия	Лаб. работы	КР, коллоквиумы	КР / КР			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	<b>Общие сведения о моделировании, системы массового обслуживания</b>											
1.1	Общие сведения о моделировании	6	1	2		2			4		2 / 50	Устный опрос
1.2	Имитационные модели ВС на основе систем массового обслуживания (СМО)	6	2-3	4		2			8		2 / 33	Устный опрос

1.3	Событийное моделирование в СМО	6	4-5	6		2	4		8		6 / 50	Рейтинг-контроль
2	<b>Формирование случайных потоков и планирование эксперимента</b>											
2.1	Генераторы случайных чисел и моделирование произвольных законов распределения	6	6-7	4		2			8		2 / 33	Устный опрос
2.2	Обработка и анализ результатов моделирования	6	8-9	4		2	4		8		6 / 60	Устный опрос
2.3	Анализ и интерпретация результатов моделирования	6	10-12	4		2	4		6		6 / 60	Рейтинг-контроль
3	<b>Сети Петри и цепи Маркова</b>											
3.1	Общие сведения о сетях Петри, примеры сетей Петри	6	13-14	4		2	4		6		6 / 60	Устный опрос
3.2	Виды и свойства сетей Петри	6	15-16	4		2			8		2 / 33	Устный опрос
3.3	Цепи Маркова	6	17-18	4		2	2		7		4 / 50	Рейтинг-контроль
	<b>Итого за семестр</b>			36	0	18	18	0	63	0	36 / 50	экзамен

#### 4.1. Трудоемкость базовых разделов дисциплины

№	Наименование раздела	Трудоемкость, зачетных единиц	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа	Контроль
1	Общие сведения о моделировании, системы массового обслуживания	1,2	12	6	4	20	
2	Формирование случайных потоков и планирование эксперимента	1,3	12	6	8	22	
3	Сети Петри и цепи Маркова	1,25	12	6	6	21	
4	Экзамен	1,25					45
<b>Всего на дисциплину в семестре</b>		<b>5</b>	<b>36</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>63</b>	<b>45</b>

#### 4.2. Дидактический минимум разделов дисциплины

№	Наименование раздела	Дидактический минимум
1	Общие сведения о моделировании, системы массового обслуживания	Основные определения теории моделирования: объект моделирования, гипотеза, аналогия, модель, моделирование, теория моделирования, анализ, синтез, верификация, аналитическое и математическое моделирование. Классификация математических моделей. Модели на микро-уровне. Модели на макро-уровне. Модели на мета-уровне. Методика получения моделей элементов. Требования к математическим моделям. Задачи и особенности моделирования вычислительных систем на мета-уровне. Краткие сведения о СМО. Схема имитаци-

№	Наименование раздела	Дидактический минимум
		онного моделирования. Модели элементов ВС в СМО. Организация моделирования в СМО. Потактовое моделирование. Событийное моделирование. Основные принципы работы имитационных моделей.
2	Формирование случайных потоков и планирование эксперимента	Генераторы случайных сигналов, способы генерации случайных чисел. Моделирование случайных чисел с заданным законом распределения. Табличный и программные способы получения случайных чисел на ЭВМ. Моделирование равномерных и нормальных распределений. Моделирование дискретных распределений. Моделирование произвольных законов распределений. Моделирование потоков событий. Языки имитационного моделирования. Классификация языков моделирования. Особенности языков. Организация языков моделирования. Языки ориентированные на события, процессы и устройства. Планирование машинного эксперимента. Выбор начальных условий, обеспечение точности и достоверности моделирования. Обработка и анализ результатов моделирования. Требования к качеству оценок. Соотношения для расчета оценок случайных характеристик. Корреляционный и регрессионный анализ. Аналитическое моделирование. Классификация вероятностных систем, событий и потоков. Пример аналитического моделирования простейших СМО. Ограничения и области применения аналитического моделирования.
3	Сети Петри и цепи Маркова	Сети Петри, определения и пример моделирования простейшей ВС. Виды и свойства сетей Петри. Примеры моделей многоуровневых ВС на основе сетей Петри. Цепи Маркова. Марковские процессы. Применение

### 4.3. Лабораторный практикум

Лабораторный практикум является групповой аудиторной работой в малых группах. Целью лабораторного практикума является:

- подтверждение теоретического материала, полученного на лекционных занятиях, путем проведение небольших по объему экспериментальных исследований по изучаемой теме в условиях научно-исследовательских лабораторий вуза или сторонних предприятий;
- приобретение практических навыков и компетенций в области постановки и проведения экспериментов по профилю профессиональной деятельности.

Перед проведением лабораторных занятий студенты должны освоить требуемый теоретический материал и процедуры выполнения лабораторной работы по выданным им предварительно учебным и методическим материалам.

## Темы лабораторных работ

№ пп	Цели лабораторного практикума	Наименование лабораторных работ
1.	<b>Цель:</b> Исследовать одноканальные системы без приоритетов с различными очередями и обратными связями	Моделирование одноканальных бесприоритетных систем
2.	<b>Цель:</b> Исследовать одноканальные системы без приоритетов с различными очередями и обратными связями	Моделирование многоканальных систем
3.	<b>Цель:</b> Изучить принципы моделирования сложных ВС с помощью имитационного моделирования	Моделирование сложных вычислительных систем
4.	<b>Цель:</b> Исследование методов и алгоритмов сетей Петри для моделирования вычислительных систем	Моделирование с помощью сетей Петри

### 4.4 Практические занятия

Изучение материала курса реализуется в виде лекций, практических занятий, лабораторных работ и самостоятельной работы студентов. Каждое практическое занятие чаще всего включает две части, первая имеет форму семинарских занятий, а вторая - форму круглого стола, на котором тема занятия обсуждается в виде дискуссии.

Темы практических занятий:

- Общие сведения по языку и системе моделирования GPSS.
- Основные операторы языка GPSS. Часть 1.
- Основные операторы языка GPSS. Часть 2.
- Одноканальные вычислительные системы. Решение задач.
- Операторы Storage, Gate, Enter, Leave.
- Многоканальные системы. Решение задач.
- Операторы цикла. Решение задач. Часть 1.
- Операторы цикла. Решение задач. Часть 2.
- Операторы описания переменных и функций.
- Примеры моделирования систем с приоритетами.
- Стандартные числовые атрибуты.
- Примеры моделирования сложных вычислительных систем.
- Моделирование сложных вычислительных систем. Часть 1.

Моделирование сложных вычислительных систем. Часть 2.  
Моделирование сложных вычислительных систем. Часть 3.  
Примеры моделирования сетей Петри. Часть 1.  
Примеры моделирования сетей Петри. Часть 2.  
Итоговое занятие.

## **5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

При освоении дисциплины используются следующие сочетания видов учебной работы с методами и формами активизации познавательной деятельности бакалавров для достижения запланированных результатов обучения и формирования компетенций:

- Самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием Internet-ресурсов, информационных баз, методических разработок, специальной учебной и научной литературы;

- Закрепление теоретического материала при проведении практических занятий с использованием интерактивных форм обучения и лабораторных работах.

С целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся, в учебном процессе используются активные и интерактивные формы проведения занятий и организации внеаудиторной работы.

## **6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

### **6.1 Самостоятельная работа студентов**

**Целью самостоятельной работы** являются формирование личности студента, развитие его способности к самообучению и повышению своего профессионального уровня.

Темы для самостоятельной работы

Общие сведения по языку и системе моделирования GPSS.

Основные операторы языка GPSS. Часть 1.

Основные операторы языка GPSS. Часть 2.

Одноканальные вычислительные системы. Решение задач.

Операторы Storage, Gate, Enter, Leave.

Многоканальные системы. Решение задач.

Операторы цикла. Решение задач. Часть 1.

Операторы цикла. Решение задач. Часть 2.

Операторы описания переменных и функций.

Примеры моделирования систем с приоритетами.

Стандартные числовые атрибуты.

Примеры моделирования сложных вычислительных систем.

Моделирование сложных вычислительных систем. Часть 1.

Моделирование сложных вычислительных систем. Часть 2.

Моделирование сложных вычислительных систем. Часть 3.

Примеры моделирования сетей Петри. Часть 1.

Примеры моделирования сетей Петри. Часть 2.

Дать характеристику и перечислить достоинства и недостатки табличного способа генерации случайных чисел.

Дать характеристику и перечислить достоинства и недостатки программного способа генерации случайных чисел.

Как можно убедиться в правильности генерации случайных чисел программным способом.

При генерации большинства законов распределения, какой закон распределения берется в качестве базового и с какими параметрами.

Записать основное выражение и изобразить графически равномерный закон генерации случайных чисел.

На чем основан принцип генерации случайных чисел по нормальному закону распределения, дать определение, основное выражение и графическое отображение.

В чем суть метода обратной функции генерации случайных чисел по произвольному закону распределения.

## **6.2. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости**

а) устный опрос, оценка работы студента на практических занятиях и лабораторных работах.

б) список вопросов на рейтинг-контроле:

### **Вопросы рейтинга-контроля № 1**

1. Дать определение понятию "гипотеза".
2. Дать определение понятию "аналогия".
3. Дать определение понятию "моделирование".
4. Что такое "аналитическое моделирование".
5. Что такое "математическое моделирование".
6. Перечислить преимущества математического моделирования перед физическим макетированием.
7. Что такое "детерминированное моделирование".
8. Что такое "стохастическое моделирование".
9. Что такое "статическое моделирование".
10. Что такое "динамическое моделирование".
11. Что такое "дискретное моделирование".
12. Что такое "непрерывное моделирование".
13. Что такое "непрерывно-дискретное моделирование".
14. Записать общее математическое выражение модели и назначение приведенных переменных.
15. Перечислить по каким признакам классифицируются модели.
16. Классификация моделей по характеру отображаемых свойств.
17. Классификация моделей по принадлежности к иерархическому уровню.
18. Классификация моделей по степени детализации описания внутри одного уровня.
19. Классификация моделей по способу представления свойств объекта.
20. Что отображает структурная математическая модель и как представляется.
21. Что отображает функциональная математическая модель и как представляется.
22. Что отображает модель на микроуровне, какими уравнениями описывается.
23. Что отображает модель на макроуровне, какими уравнениями описывается.
24. Что отображает модель на метауровне, какими методами исследуется.
25. Что такое полная модель и что такое макромодель.
26. Перечислить основные процедуры получения математических моделей компонентов.
27. Нарисовать обобщенную схему процесса моделирования.
28. Перечислить задачи системного уровня моделирования.

29. Перечислить особенности системного уровня моделирования.
30. Что такое "системы массового обслуживания".
31. Перечислить основные элементы и понятия систем массового обслуживания с краткими определениями.
32. Что такое "дисциплина обслуживания" и привести примеры.
33. Нарисовать схему имитационного моделирования.
34. Что такое "модель источника входного потока заявок".
35. Что такое "модель устройства" в СМО.
36. Что такое "модель памяти" в СМО.
37. Что такое "модель узла" в СМО.
38. Назвать два способа организации имитационного моделирования.
39. Перечислить достоинства и недостатки потактового моделирования.
40. Что такое "событийное моделирование", основные идеи.
41. Перечислить достоинства и недостатки событийного моделирования.
42. Что является исходными данными для систем имитационного моделирования.
43. Перечислить и дать основные определения характеристикам (результатам) имитационного моделирования.
44. Какие способы существуют для окончания моделирования при имитационном моделировании.
45. Перечислить основные базовые модули программного обеспечения систем имитационного моделирования.
46. Перечислить и дать краткую характеристику основных этапов работы программного обеспечения систем имитационного моделирования

### **Вопросы рейтинга-контроля № 2**

1. Перечислить способы генерации случайных чисел.
2. Дать характеристику и перечислить достоинства и недостатки аппаратного способа генерации случайных чисел.
3. Дать характеристику и перечислить достоинства и недостатки табличного способа генерации случайных чисел.
4. Дать характеристику и перечислить достоинства и недостатки программного способа генерации случайных чисел.
5. Как можно убедиться в правильности генерации случайных чисел программным способом.
6. При генерации большинства законов распределения, какой закон распределения берется в качестве базового и с какими параметрами.
7. Записать основное выражение и изобразить графически равномерный закон генерации случайных чисел.
8. На чем основан принцип генерации случайных чисел по нормальному закону распределения, дать определение, основное выражение и графическое отображение.
9. В чем суть метода обратной функции генерации случайных чисел по произвольному закону распределения.
10. Перечислить достоинства и недостатки метода обратной функции при генерации случайных чисел с произвольным законом распределения.
11. В чем суть метода Неймана для генерации случайных чисел по произвольному закону распределения.
12. Перечислить достоинства и недостатки метода Неймана при генерации случайных чисел с произвольным законом распределения.
13. Особенности подготовки задания на языках имитационного моделирования.
14. Классификация языков моделирования.
15. Достоинства и недостатки языков имитационного моделирования (общецелевых и языков на основе расширения алгоритмических).

16. Пример подготовки модели ВС (три АРМ, коммутатор и ЦВК), фрагмент одного АРМ (рисунок и алгоритм).
17. Аналитическое моделирование, классификация вероятностных потоков.
18. Аналитическое моделирование, классификация систем.
19. Ограничения и области применения аналитического моделирования.
20. Пример аналитического моделирования простейшей СМО (основные описывающие уравнения).
21. Пример аналитического моделирования простейшей СМО (последовательность решения основных описывающих уравнений).
22. Планирование машинного эксперимента (выбор начальных условий), способы решения, достоинства и недостатки.
23. Планирование машинного эксперимента (обеспечение точности), постановка проблемы и примерные соотношения между числом экспериментов и точностью.
24. Особенности обработки и анализа результатов моделирования.
25. Привести удобные для программной реализации методы оценки распределений и их параметров.
26. Привести требования к качеству оценок, полученных в результате статистической обработки результатов моделирования.
27. Корреляционный анализ, назначение и примеры.
28. Регрессионный анализ, назначение и алгоритм получения модели.
29. Пример определения вероятности безотказной работы системы.

### **Вопросы рейтинга-контроля №3**

1. Сети Петри – основные элементы.
2. Сети Петри – правила срабатывания переходов (словесно).
3. Что такое маркировка (разметка) позиций и сети Петри, как она применяется при моделировании.
4. Нарисовать сеть Петри для любого примера и привести изменения вектора маркировок при последовательном срабатывании переходов.
5. Перечислить виды сетей Петри.
6. Чем характеризуется временная и стохастическая сети Петри.
7. Чем характеризуется функциональная сеть Петри.
8. Чем характеризуется ингибиторная и иерархическая сети Петри.
9. Перечислить свойства сетей Петри.
10. Что характеризует свойство сетей Петри – ограниченность или К-ограниченность.
11. Что характеризует свойство сетей Петри – безопасность.
12. Что характеризует свойство сетей Петри – сохраняемость.
13. Что характеризует свойство сетей Петри – достижимость.
14. Что характеризует свойство сетей Петри – живость.
15. Что такое граф достижимости, небольшой пример.
16. Поясните, на чем основывается применение сетей Петри для защиты программ.
17. Нарисовать фрагмент сети Петри для примера двухуровневой ВС.
18. Дать определение Марковского процесса.
19. В чем отличие цепей Маркова с дискретным и непрерывным временем
20. Что такое матрица переходов цепи Маркова и ее элементы
21. Записать формулу «равенства Маркова» и обозначить переменные этой функции
22. Цепи Маркова. Привести матрицу перехода (любую) и нарисовать соответствующий граф состояний.
23. Перечислить три состояния Цепи Маркова.
24. Назвать три основные области применения Цепей Маркова.
25. Привести пример графа достижимости.
26. Сети Петри – правила срабатывания переходов (математически).

27. Дать определение цепи Маркова.
28. Чем характеризуется цветная сеть Петри.

### **6.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

#### **Вопросы к экзамену**

1. Основные определения (аналогия, моделирование, аналитическое и численное моделирование и т.д.).
  2. Классификация математических моделей.
  3. Классификация моделей по принадлежности к иерархическому уровню.
  4. Методика получения математических моделей элементов.
  5. Обобщенная схема процесса моделирования.
  6. Задачи и особенности системного уровня моделирования.
  7. Краткие сведения по СМО.
  8. Схема имитационного моделирования.
  9. Модели элементов ВС в СМО.
  10. Организация моделирования (потактовое и событийное моделирование).
  11. Пример изменения списка будущих событий.
  12. Основные принципы работы имитационных моделей.
  13. Организация программного обеспечения систем имитационного моделирования.
  14. Генераторы случайных чисел (общие сведения).
  15. Моделирование равномерных и нормальных распределений.
  16. Моделирование произвольного закона распределения.
  17. Языки имитационного моделирования (особенности, классификация).
  18. Пример моделирования двухуровневой ВС (три АРМ, коммутатор и сервер) с помощью сетевой имитационной модели.
  19. Аналитическое моделирование, классификация вероятностных систем, событий и потоков.
  20. Ограничения и области применения аналитического моделирования, пример определения вероятности безотказной работы системы.
  21. Пример аналитического моделирования простейшей СМО.
  22. Планирование машинного эксперимента (выбор начальных условий).
  23. Планирование машинного эксперимента (обеспечение точности).
  24. Обработка и анализ результатов моделирования
  25. Корреляционный и регрессионный анализ.
  26. Сети Петри, определения, основные элементы, правила срабатывания переходов.
- Примеры изменения вектора маркировок при последовательном срабатывании переходов.
27. Виды сетей Петри.
  28. Свойства сетей Петри.
  29. Сети Петри, пример модели для защиты программ.
  30. Сети Петри, пример модели трех АРМ и сервера.
  31. Цепи Маркова. Основные определения.
  32. Цепи Маркова. Пример решения задач и области применений.

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **7.1. Основная литература**

1. Технические средства моделирования(информационно-управляющая среда) [Электронный ресурс] : Учеб. пособие / К.А. Пупков, Т. Г. Крыжановская. - М. : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785703838006.html>
2. "Моделирование бизнес-процессов. Практический опыт разработчика [Электронный ресурс] / В.В. Ильин. - 3-е изд. (эл.). - М. : Агентство электронных изданий "Интермедиа", 2015." - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785845913388.html>
3. Моделирование процессов управления и принятия решений в условиях чрезвычайных ситуаций [Электронный ресурс] / Ямалов И.У. - М. : БИНОМ, 2015. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996325627.html>

### **7.2. Дополнительная литература**

1. Моделирование информационных систем [Электронный ресурс] : Учебное пособие для вузов / Шелухин О.И. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Горячая линия - Телеком, 2012. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785991201933.html>
2. Теория массового обслуживания [Электронный ресурс] / Климов Г.П. - 2-е издание, переработанное. - М. : Издательство Московского государственного университета, 2011. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785211058279.html>
3. MATLAB 6.5 SP1/7 + Simulink 5/6 в математике и моделировании [Электронный ресурс] / В.П. Дьяконов - М. : СОЛОН-ПРЕСС, 2009. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5980032096.html>
4. Нечеткое моделирование и управление [Электронный ресурс] / Пегат А. - М. : БИНОМ, 2013. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996313198.html>
5. Основы математического моделирования[Электронный ресурс] : Учебное пособие для вузов / Маликов Р.Ф. - М. : Горячая линия - Телеком, 2010. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785991201230.html>

### **7.3. Программное и коммуникационное обеспечение**

Интернет-ресурсы.

Программное обеспечение пакет GPSS, программное обеспечение по сетям Петри.

### **7.4. Электронные средства обучения**

Набор слайдов (Моделирование / Комплект из 220 слайдов. Составитель В.Н. Ланцов. – Владимир: ВлГУ, 2016).

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 8.1. Средства вычислительной техники и демонстрационное оборудование

Лекции и практические занятия проводятся в аудиториях кафедры ВТ, оснащенные мультимедиа проекторами. При выполнении самостоятельной работы по освоению дисциплины студенты имеют возможность работать в компьютерном классе кафедры ВТ с выходом в сеть Интернет, используя лицензионное прикладное и системное программное обеспечение, а также электронные методические материалы.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 09.03.01 – «Информатика и вычислительная техника».

Рабочую программу составил д.т.н., профессор кафедры ВТ  В.Н. Ланцов

Рецензенты:

ООО «ЛабСистемс», руководитель сектора, к.т.н.  М.А. Кисляков

ВлГУ, доцент кафедры ВТ, к.т.н.  Л.А. Калыгина

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Вычислительная техника от 15.02.2016 года, протокол № 6.

Заведующий кафедрой ВТ  В.Н. Ланцов

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 09.03.01 – «Информатика и вычислительная техника»

«15» февраля 2016 г., протокол № 1.

Председатель комиссии  В.Н. Ланцов

ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочая программа одобрена на 2016/17 учебный год

Протокол заседания кафедры № 10 от 30.08.16 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на 2017/18 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 6.09.17 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на 2018/19 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 14.09.18 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на 2019/20 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 10.09.19 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на 2020/2021 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 31.08.20 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_