


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова

Кафедра теоретической информатики

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета ИВТ  
 Д.Ю. Чалый  
« 18 » мая 2020 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
«Компьютерное моделирование»

**Направление подготовки**  
02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии

**Профиль**  
«Информатика и компьютерные науки»

**Квалификация выпускника**  
Бакалавр

**Форма обучения**  
очная

Программа рассмотрена  
на заседании кафедры  
от 27 апреля 2020 г.,  
протокол № 9

Программа одобрена НМК  
факультета ИВТ  
протокол № 7 от  
17 мая 2020 г.

Ярославль  
2020

## 1. Цели освоения дисциплины

Дисциплина «Компьютерное моделирование» обеспечивает приобретение знаний и умений в соответствии с ФГОС ВПО, содействует формированию мировоззрения и развитию способности понимать и применять в исследовательской и прикладной деятельности современный математический аппарат. Кроме того, дисциплина должна обеспечивать развитие логического, эвристического и алгоритмического мышления и давать представление о месте и роли информации и математики в современном мире, мировой культуре и истории. Цель дисциплины «Компьютерное моделирование» – изучение основных понятий и теорем, связанных с компьютерным моделированием, и их непосредственных приложений.

## 2. Место дисциплины в структуре ОП бакалавриата

Данная дисциплина является курсом по выбору и относится к вариативной части Блока 1. Она основывается на знаниях, полученных слушателями при изучении таких математических дисциплин, как «Математический анализ», «Теория вероятностей», «Основы программирования».

## 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОП бакалавриата

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих элементов компетенций в соответствии с ФГОС ВО, ОП ВО и приобретения следующих знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности:

Формируемая компетенция (код и формулировка)	Индикатор достижения компетенции (код и формулировка)	Перечень планируемых результатов обучения
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>		
ОПК-2 Способен применять компьютерные/супер компьютерные методы, современное программное обеспечение, в том числе отечественного происхождения, для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-2.1 Знает и применяет компьютерные/суперкомпьютерные методы анализа математических моделей ОПК-2.3 Умеет использовать современное программное обеспечение	<b>Знать:</b> – основные приемы моделирования случайных величин с заданным распределением; – способы применения случайных величин для математических моделей. <b>Уметь:</b> – применять основные алгоритмы моделирования случайных величин; – строить простейшие математические модели. <b>Владеть навыками:</b> – построения и проверки математических моделей.

#### 4. Объем, структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 акад. часа.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 акад. часа.									
№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Се ме стр	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоемкость (в академических часах)						Формы текущего контроля успеваемости Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Контактная работа						
			лек ции	пр акт ич еск ие	лаб ора тор ны е	ко нс уль тац ии	атт ест аци онн ые исп ыта ния	самос тоят ельн ая работ а	
1	Стандартное случайное число и его свойства	8	2		6	1		13	Лабораторные работы №№1–3
2	Моделирование дискретных случайных величин	8	4		10	1		14	Лабораторная работа №1
3	Моделирование непрерывных случайных величин	8	4		10	1		14	Лабораторная работа №2
4	Метод Монте-Карло	8	2		10	1		14	Лабораторная работа №3
		8				1			Экзамен
	<b>Всего</b>		12		36	5		55	

#### 5. Образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

В процессе обучения используются следующие образовательные технологии:

**Вводная лекция** – дает первое целостное представление о дисциплине и ориентирует студента в системе изучения данной дисциплины. Студенты знакомятся с назначением и задачами курса, его ролью и местом в системе учебных дисциплин и в системе подготовки в целом. Дается краткий обзор курса, история развития науки и практики, достижения в этой сфере, имена известных ученых, излагаются перспективные направления исследований. На этой лекции высказываются методические и организационные особенности работы в рамках данной дисциплины, а также дается анализ рекомендуемой учебно-методической литературы.

**Академическая лекция** (или лекция общего курса) – последовательное изложение материала, осуществляемое преимущественно в виде монолога преподавателя. Требования к академической лекции: современный научный уровень и насыщенная информативность, убедительная аргументация, доступная и понятная речь, четкая структура и логика, наличие ярких примеров, научных доказательств, обоснований, фактов.

**Лабораторная работа** – организация учебной работы с реальными материальными и информационными объектами, экспериментальная работа с аналоговыми моделями реальных объектов.

**6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости).**

В процессе осуществления образовательного процесса используются:

- для формирования текстов материалов для промежуточной и текущей аттестации – программы Microsoft Office, издательская система LaTeX;
- для поиска учебной литературы библиотеки ЯрГУ – Автоматизированная библиотечная информационная система "БУКИ-NEXT" (АБИС "Буки-Next");
- среда разработки MS Visual Studio 2010.

**7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

**а) основная литература**

1. Голованов, Н. Н., Геометрическое моделирование : учебное пособие / Н. Н. Голованов, М., КУРС: ИНФРА-М, 2019, 398с
2. Смирнов, А. В., Компьютерное моделирование : практикум для студентов, обучающихся по направлению Фундаментальная информатика и информационные технологии / А. В. Смирнов; Яросл. гос. ун-т, Ярославль, ЯрГУ, 2015, 51с
3. Смирнов, А. В., Компьютерное моделирование [Электронный ресурс] : практикум для студентов, обучающихся по направлению Фундаментальная информатика и информационные технологии / А. В. Смирнов; Яросл. гос. ун-т, Ярославль, ЯрГУ, 2015, 51с

**б) дополнительная литература**

1. Компьютерное моделирование : учебник для вузов / В. М. Градов, Г. В. Овечкин, П. В. Овечкин, И. В. Рудаков, М., КУРС ; ИНФРА-М, 2017, 262с

**в) ресурсы сети «Интернет»:**

1. Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ  
([http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_find.php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php)).

**8. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине включает в свой состав специальные помещения:

- учебная аудитория №301 на 70 мест с проектором «Асер» для проведения занятий лекционного типа;
- учебная аудитория №301 на 70 мест с проектором «Асер» для проведения практических занятий (семинаров);
- компьютерный класс №216 проведения программистских заданий по практике;
- учебная аудитория №301 на 70 мест с проектором «Асер» для проведения групповых и индивидуальных консультаций;
- учебная аудитория №301 на 70 мест с проектором «Асер» для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы;
- фонд библиотеки, компьютерная техника с установленным лицензионным ПО;
- помещения для хранения и профилактического обслуживания технических средств обучения.

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

Число посадочных мест в лекционной аудитории больше, либо равно числу студентов на потоке, а в аудитории для практических занятий (семинаров) больше, либо равно числу студентов в группе.

Автор :

Доцент кафедры теоретической информатики, к.ф.-м.н. П.Г.Парфенов

**Приложение №1 к рабочей программе дисциплины  
«Компьютерное моделирование»**

**Фонд оценочных средств  
для проведения текущей и промежуточной аттестации студентов  
по дисциплине**

**1. Типовые контрольные задания или иные материалы,  
необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности,  
характеризующих этапы формирования компетенций**

**1.1 Контрольные задания и иные материалы,  
используемые в процессе текущей аттестации**

**Лабораторные работы №№ 1–3:**

[1].Смирнов А. В. Компьютерное моделирование. Ярославль: ЯрГУ, 2015.

1. Задание и варианты лабораторной работы № 1 ( [ 1], стр.29-39.).
2. Задание и варианты лабораторной работы № 2 ( [ 1], стр.40-48.).
4. Задание для лабораторной работы № 3 ( [ 1], стр.49.).

**Показатели и критерии, используемые при оценке лабораторных работ №1-4(ЛН№):**

Номер ЛР	Критерии	Шкала оценивания
Л1-3	ПК-2: Знать понятия используемые в лабораторной работе. Уметь строить алгоритм реализации лабораторной работы. Владеть навыками использования ранее полученных программистских компетенций для программной реализации задания лабораторной работы.	- – Задание не выполнено. + – Задание выполнено.

Максимальное суммарное количество баллов по ПК-2 – 5 баллов

Набранное количество баллов соответствует оценке за лабораторные работы №1-3:

- 0 лабораторных работ — оценка «неудовлетворительно»,
- 1 лабораторная работа — оценка «удовлетворительно»,
- 2 лабораторных работы — оценка «хорошо»,
- 3 лабораторных работы — оценка «отлично».

## 1.2 Список вопросов для проведения промежуточной аттестации

### Список вопросов к экзамену:

1. Основные свойства стандартного случайного числа.
2. Два типа генераторов стандартных случайных чисел. Мультипликативный метод вычетов.
3. Стандартный алгоритм моделирования дискретного распределения. Трудоёмкость стандартного алгоритма.
4. Стандартный алгоритм моделирования дискретного распределения в случаях малого и бесконечного числа значений. Примеры.
5. Моделирование равномерного дискретного распределения. Приведение вероятностей к общему знаменателю. Квантильный метод.
6. Перераспределение вероятностей (метод Уолкера).
7. Бинарный поиск. Метод «мажорантной частоты». Специальные методы моделирования геометрического и пуассоновского распределений.
8. Метод обратной функции распределения моделирования непрерывной случайной величины.
9. Метод обратной функции распределения в случае составной плотности (состоящей из двух частей).
10. Метод дискретной суперпозиции.
11. Метод суперпозиции для составных плотностей.
12. Моделирование кусочно-постоянной и кусочно-линейной плотностей.
13. Основные методы моделирования полиномиальных плотностей.
14. Основные алгоритмы моделирования гамма-распределения.
15. Моделирование нормального распределения.
16. Стандартный метод Монте-Карло численного интегрирования.
17. Погрешность и трудоёмкость стандартного метода Монте-Карло.

### Макет экзаменационного билета

Утверждаю:

Зав. кафедрой

д.т.н., профессор

\_\_\_\_\_ В.А.Соколов

«\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_г.

02.03.02 4 курс

МОУ РФ «Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова»

Фундаментальная информатика и информационные технологии

Кафедра теоретической информатики

Дисциплина «Компьютерное моделирование»

#### Билет № 1

- 1) Основные свойства стандартного случайного числа.

Разработал:  
Доцент кафедры теоретической информатики  
к.ф.-м.н \_\_\_\_\_ П.Г. Парфенов.  
Рассмотрены и одобрены на заседании кафедры  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.  
Протокол № \_\_\_\_

## **2. Перечень компетенций, этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкалы оценивания**

### **2.1 Шкала оценивания сформированности компетенций и ее описание**

Оценивание уровня сформированности компетенций в процессе освоения дисциплины осуществляется по следующей трехуровневой шкале:

**Пороговый уровень** - предполагает отражение тех ожидаемых результатов, которые определяют минимальный набор знаний и (или) умений и (или) навыков, полученных студентом в результате освоения дисциплины. Пороговый уровень является обязательным уровнем для студента к моменту завершения им освоения данной дисциплины.

**Продвинутый уровень** - предполагает способность студента использовать знания, умения, навыки и (или) опыт деятельности, полученные при освоении дисциплины, для решения профессиональных задач. Продвинутый уровень превосходит пороговый уровень по нескольким существенным признакам.

**Высокий уровень** - предполагает способность студента использовать потенциал интегрированных знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, полученных при освоении дисциплины, для творческого решения профессиональных задач и самостоятельного поиска новых подходов в их решении путем комбинирования и использования известных способов решения применительно к конкретным условиям. Высокий уровень превосходит пороговый уровень по всем существенным признакам.

**2.2 Перечень компетенций, этапы их формирования,  
описание показателей и критериев оценивания компетенций  
на различных этапах их формирования**

Код компетенции	Форма контроля	Этапы формирования (№ темы (раздела))	Показатели оценивания	Шкала и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования		
				Пороговый уровень	Продвинутый уровень	Высокий уровень
Профессиональные компетенции						
ПК-8	Экзамен	1–4	<b>Знать:</b> – основные приемы моделирования случайных величин с заданным распределением; – способы применения случайных величин для математических моделей. <b>Уметь:</b> – применять основные алгоритмы моделирования случайных величин; – строить простейшие математические модели. <b>Владеть навыками:</b> – навыками построения и проверки математических моделей.	Знает	Знает и умеет	Знает, умеет и владеет навыками
ПК-8	Лабораторные работы №№ 1–3	1–4	<b>Владеть навыками:</b> – навыками построения и проверки математических моделей.	Строит датчик стандартного случайного числа	Моделирует дискретные и непрерывные случайные величины	Применяет метод Монте-Карло

### **3. Методические рекомендации преподавателю по процедуре оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Целью процедуры оценивания является определение степени овладения студентом ожидаемыми результатами обучения (знаниями, умениями, навыками и (или) опытом деятельности).

Процедура оценивания степени овладения студентом ожидаемыми результатами обучения осуществляется с помощью методических материалов, представленных в разделе «Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций»

#### **3.1 Критерии оценивания степени овладения знаниями, умениями, навыками и (или) опытом деятельности, определяющие уровни сформированности компетенций**

**Пороговый уровень** (общие характеристики):

- владение основным объемом знаний по программе дисциплины;
- знание основной терминологии данной области знаний, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы без существенных ошибок;
- владение инструментарием дисциплины, умение его использовать в решении стандартных (типовых) задач;
- способность самостоятельно применять типовые решения в рамках рабочей программы дисциплины;
- усвоение основной литературы, рекомендованной рабочей программой дисциплины;
- знание базовых теорий, концепций и направлений по изучаемой дисциплине;
- самостоятельная работа на практических и лабораторных занятиях, периодическое участие в групповых обсуждениях, достаточный уровень культуры исполнения заданий.

**Продвинутый уровень** (общие характеристики):

- достаточно полные и систематизированные знания в объёме программы дисциплины;
- использование основной терминологии данной области знаний, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать выводы;
- владение инструментарием дисциплины, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач;
- способность самостоятельно решать сложные задачи (проблемы) в рамках рабочей программы дисциплины;
- усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой дисциплины;
- умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им сравнительную оценку;
- самостоятельная работа на практических и лабораторных занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

**Высокий уровень** (общие характеристики):

- систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам дисциплины;
- точное использование терминологии данной области знаний, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы;

- безупречное владение инструментарием дисциплины, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- способность самостоятельно и творчески решать сложные задачи (проблемы) в рамках рабочей программы дисциплины;
- полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой дисциплины;
- умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им критическую оценку;
- активная самостоятельная работа на практических и лабораторных занятиях, творческое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

Оценивание результатов обучения студентов по дисциплине «Топологические алгоритмы обработки цифровых изображений» осуществляется по регламенту текущего контроля и промежуточной аттестации.

Текущий контроль в семестре проводится с целью обеспечения своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы студентов.

Текущий контроль проводится в виде самостоятельных и контрольных работ. Критериями оценивания степени овладения умениями и навыками, полученными в результате освоения данной дисциплины, являются следующие:

#### **Критерии оценки результатов СРС:**

- ☐ уровень освоения студентом учебного материала.
- ☐ умение использовать теоретические знания при выполнении практических, ситуационных задач.
- ☐ сформированность общеучебных умений,
- ☐ обоснованность и четкость изложения ответа,
- ☐ оформление материала в соответствии с требованиями,
- ☐ уровень самостоятельности студента при выполнении СР,

#### **Критерии оценки результатов внеаудиторной СРС :**

- ☐ уровень освоения учебного материала;
- ☐ уровень умения использовать теоретические знания при выполнении практических задач;
- ☐ уровень сформированности общеучебных умений;
- ☐ уровень умения активно использовать электронные образовательные ресурсы, находить требующуюся информацию, изучать ее и применять на практике;
- ☐ обоснованность и четкость изложения материала;
- ☐ уровень умения ориентироваться в потоке информации, выделять главное;
- ☐ уровень умения четко сформулировать проблему, предложив ее решение, критически оценить решение и его последствия;
- ☐ уровень умения определить, проанализировать альтернативные возможности, варианты действий;
- ☐ уровень умения сформулировать собственную позицию, оценку и аргументировать ее;
- ☐ оформление материала в соответствии с требованиями.

#### **Критерии оценки результатов контрольной работы**

Показатели	Критерии
Понимание условия задачи	-Краткая запись условия.

	-Использование символики. - Нахождение и запись необходимых дополнительных данных. -Хорошее оформление работы, четкие рисунки и чертежи. - ....
План решения задачи	-Обоснование выбора формул для решения. -Рациональный способ решения -Запись формул
Осуществление решения	-Решение задачи в общем виде - Правильность вычислений - ...
Проверка правильности решения задачи	-Краткое объяснение решения. -Анализ полученных результатов

### 3.2 Описание процедуры выставления оценки

В зависимости от уровня сформированности каждой компетенции по окончании освоения дисциплины студенту выставляется оценка. Для дисциплин, изучаемых в течение нескольких семестров, оценка может выставляться не только по окончании ее освоения, но и в промежуточных семестрах. Вид оценки («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно», «зачтено», «незачтено») определяется рабочей программой дисциплины в соответствии с учебным планом.

Оценка «отлично» выставляется студенту, у которого каждая компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована на высоком уровне.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, у которого каждая компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована не ниже, чем на продвинутом уровне.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, у которого каждая компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована не ниже, чем на пороговом уровне.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, у которого хотя бы одна компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована ниже, чем на пороговом уровне.

#### Шкала оценивания успеваемости текущего контроля и промежуточной аттестации.

В зависимости от уровня сформированности компетенции по окончании освоения дисциплины студенту выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено» или оценка по четырехбалльной шкале.

#### Шкала оценивания результатов СРС

Оценка «**отлично**»:

- Все задания решены верно,
- Оформлены по требованиям,
- Решение изложено достаточно полно и чётко.
- Даны правильные формулировки, точные определения, понятия терминов.
- Студент может обосновать свой ответ, привести необходимые примеры;
- Правильно отвечает на дополнительные вопросы преподавателя.

Оценка «**хорошо**» :

- Все задания решены верно,
- Оформлены по требованиям,
- Но, решение изложено недостаточно полно и чётко (не менее 70 % от полного)
- При изложении были допущены 1-2 несущественные ошибки;
- Даны правильные формулировки, точные определения, понятия терминов;
- Студент может обосновать свой ответ, привести необходимые примеры;
- Однако, есть затруднения при ответах на вопросы преподавателя.

Оценка «удовлетворительно»:

- Более половины заданий решены верно,
- Все задания оформлены по требованиям,
- Решение изложено недостаточно полно и чётко (не менее 70 % от полного), при изложении некоторых заданий допущена 1 существенная ошибка, приводящая к неверному ответу.
- Студент знает и понимает основные положения данной темы, но допускает неточности в формулировки понятий;

- излагает выполнение задания недостаточно логично и последовательно;
- затрудняется при ответах на вопросы преподавателя.

Оценка «неудовлетворительно» :

- Более половины заданий решены неверно,
- Решение изложено неполно и нечётко (менее 50 % от полного), при изложении многих задач были допущены существенные ошибки, приводящая к неверному ответу.
- Студент не знает или не понимает основные положения данной темы, затрудняется при ответах на вопросы преподавателя.

Среднее арифметическое по всем видам текущего контроля СРС составляет оценочный показатель студента, который влияет на выставление итоговой оценки по результатам изучения дисциплины и допуск к итоговой аттестации по дисциплине

### **Шкала оценивания результатов контрольной работы**

#### ***Шкала оценивания решения задачи:***

0 баллов – полное отсутствие решения; 0.5 балла – частичное выполнение критерия; 0,8 балла – полное выполнение критерия с незначительными ошибками, 1 балл – полное выполнение критерия.

Суммируем баллы по всей контрольной работе. Выставляем за контрольную полученное количество баллов, или переводим баллы в одну из стандартных шкал оценивания (оценки 2, 3, 4, 5 или зачтена работа или нет).

### **Шкала оценивания экзамена**

#### ***«2» - плохо:***

Теоретический вопрос: студент не раскрыл теоретический вопрос, на заданные экзаменаторами вопросы не смог дать удовлетворительный ответ.

Практический вопрос: студент не понял смысла задачи, не смог выполнить задания. На заданные экзаменатором вопросы ответил неудовлетворительно, не продемонстрировал сформированность требующихся для выполнения заданий знаний и умений.

#### ***«3» - удовлетворительно:***

Теоретический вопрос: студент смог с помощью дополнительных вопросов воспроизвести основные положения темы, но не сумел привести соответствующие примеры или аргументы, подтверждающие те или иные положения.

Практический вопрос: студент понял смысл задачи, но смог выполнить задание лишь после дополнительных вопросов, предложенных экзаменатором. При этом на поставленные экзаменатором вопросы не вполне ответил правильно и полно, но подтвердил ответами понимание вопросов и продемонстрировал отдельные требуемые для выполнения заданий знания и умения.

**«4» - хорошо:**

Теоретический вопрос: студент (не допуская ошибок) правильно изложил теоретический вопрос, но недостаточно полно или допустил незначительные неточности, не искажающие суть понятий, теоретических положений, правовых и моральных норм. Примеры, приведенные учеником, воспроизводили материал учебников. На заданные экзаменатором уточняющие вопросы ответил правильно.

Практический вопрос: студент понял смысл задачи, предложенные задания выполнил правильно, но недостаточно полно. На заданные экзаменатором вопросы ответил правильно. Проявил необходимый уровень всех требуемых для выполнения заданий знаний и умений.

**«5» - отлично:**

Теоретический вопрос: студент полно и правильно изложил теоретический вопрос, привел собственные примеры, правильно раскрывающие те или иные положения, сделал обоснованный вывод;

Практический вопрос: студент полно и правильно выполнил предложенные задания, проявил высокий уровень всех требуемых для выполнения заданий знаний и умений.

### **3.3 Общие рекомендации по изучению материала курса и подбору заданий**

Дисциплина «Компьютерное моделирование» знакомит студентов с некоторыми методами численного статистического моделирования. Курс является важным для направления Фундаментальная информатика и информационные технологии и относится к числу дисциплин по выбору в силу отбора изучаемого материала и его важности для подготовки специалиста.

Численное статистическое моделирование – это реализация с помощью компьютерной вероятностной модели некоторого объекта с целью оценивания изучаемых интегральных характеристик на основе закона больших чисел. Основные разделы, изучаемые в курсе: методы построения датчиков псевдослучайных чисел, моделирование дискретных и непрерывных случайных величин, вычисление  $n$ -мерного интеграла методом Монте-Карло. Указанный в ссылках практикум содержит основные теоретические сведения, необходимые для выполнения лабораторных работ и для подготовки к экзамену по предмету, а также варианты лабораторных работ, которые предполагают использование компетенций студентов, освоенных ранее в рамках курсов поддерживающих блок программистских компетенций.

### **3.4 Форма проведения экзамена по курсу**

Студенты и преподаватели вполне отдают себе отчет в том, что еще живо представление об учебном процессе как наборе семестровых аттестационных мероприятий, преодолеваемых в режиме максимальной концентрации, и длительных промежутков между ними, проходящих весьма спокойно и беззаботно, без приложения каких-либо усилий. При этом студенты порой пытаются подтвердить данное представление, а преподаватели стараются такого рода ситуацию сдвинуть с мертвой точки.

Очевидно, формат итоговой (или семестровой) аттестации накладывает определенный отпечаток на то, в каком режиме будет осуществляться работа в течение семестра. В том случае, если интенсивность прикладываемых усилий или успешность продвижения по курсу (возможно, выражаемая в результатах, полученных в ходе промежуточной аттестации) не оказывает большого влияния на характер прохождения итоговых испытаний, то в качестве побочного эффекта это способствует низкой посещаемости занятий, слабой задействованностью студентов в работе в аудитории или дома. Примерно та же картина будет и в том случае, если студент не осознает степени влияния текущих результатов на итоговую аттестацию.

С другой стороны, явным образом оговоренный формат итоговых испытаний с достаточно четко прописанным характером учета текущих результатов при проведении семестровой аттестации (посещаемости, работы на практических семинарских занятиях, результатов промежуточной аттестации, самостоятельной работы вне аудитории, активности работы на лекциях) может поспособствовать увеличению интенсивности работы по ходу семестра, стимулированию самостоятельной работы и активности на аудиторных занятиях, что в итоге выражается в повышении уровня освоения материала курса и, как следствие, повышению успеваемости.

Данные соображения были учтены при разработке формы итоговой аттестации. На экзамене студент получает билет с четырьмя заданиями – два теоретического характера и две задачи – «базовый комплект». Характер работы по ходу семестра «материализуется» в количестве дополнительных предложенных заданий: за активную работу на занятиях, высокие результаты прохождения промежуточных аттестаций (контрольных работ) количество предлагаемых студенту заданий может быть уменьшено, а при слабой работе (низкая посещаемость, слабые результаты или пропуски контрольных работ) – увеличено (возможно, на 2-3). Однако критерии не зависят от количества предложенных заданий, оценка выставляется по следующей схеме: пять минус количество заданий, справиться с которыми не удалось. Таким образом, активная продуктивная работа в течение семестра несколько облегчает прохождение итоговой аттестации, а те, кто своим жизненным стилем избрали упомянутый в эпиграфе принцип, для успешного прохождения экзаменационного испытания вынуждены прикладывать больше усилий.

Стоит отметить, что формат итоговой аттестации, характер учета текущих результатов, а также критерии оценки секретом не являются, абсолютно открыты и прозрачны, и предварительно доносятся до сведения студентов. Это позволяет поддерживать определенный уровень дисциплины и систематическую работу в течение всего семестра, а также повысить «предсказуемость» итоговой оценки, что в какой-то степени стимулирует студентов к ее достижению, мотивирует к освоению курса и положительно влияет на уровень получаемых знаний.

## **Приложение №2 к рабочей программе дисциплины «Компьютерное моделирование»**

### **Методические указания для студентов по освоению дисциплины**

Основной формой изложения учебного материала по дисциплине «Компьютерное моделирование» являются лекции, причем в достаточно большом объеме. По всем темам предусмотрены лабораторные работы, на которых происходит закрепление лекционного материала путем применения его к конкретным задачам.

Для написания лабораторных работ №№ 1–3 необходимо знать и понимать лекционный материал. Поэтому в процессе изучения дисциплины рекомендуется регулярное повторение пройденного лекционного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо дома еще раз прорабатывать и при необходимости дополнять информацией, полученной на консультациях или из учебной литературы. Большое внимание должно быть уделено выполнению лабораторных работ.

Для проверки и контроля усвоения теоретического материала, приобретенных практических навыков в течение обучения проводятся мероприятия текущей аттестации в виде трех лабораторных работ. Предусмотрены также задания для контрольных работ для реактивации знаний и ранее освоенных компетенций в области теории вероятностей. В конце семестра студенты сдают экзамен.

Экзамен принимается по экзаменационным билетам, каждый из которых включает в себя один теоретический вопрос. При выставлении экзаменационной оценки учитывается также выполнение лабораторных работ в течение семестра. На самостоятельную подготовку к экзамену выделяется 3 дня, во время подготовки к экзамену предусмотрена групповая консультация. Освоить вопросы, излагаемые в процессе изучения дисциплины «Компьютерное моделирование» самостоятельно студенту крайне сложно. Это связано со сложностью изучаемого материала и большим объемом курса. Поэтому посещение всех аудиторных занятий является совершенно необходимым. Без упорных и регулярных занятий в течение семестра сдать экзамен по итогам изучения дисциплины студенту практически невозможно.

### **Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов по дисциплине**

Для подбора учебной литературы рекомендуется использовать широкий спектр Интернет-ресурсов:

1. Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ  
([http://www.lib.uni-yar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_find.php](http://www.lib.uni-yar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php)).
2. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"  
(<http://www.edu.ru> (раздел Учебно-методическая библиотека) или по прямой ссылке <http://window.edu.ru/library>).
3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online»  
([www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru)).
4. Microsoft Software Developer Network (<https://msdn.microsoft.com/ru-RU/>).

Для самостоятельного подбора литературы в библиотеке ЯрГУ рекомендуется использовать:

1. Личный кабинет ([http://lib.uni-yar.ac.ru/opac/bk\\_login.php](http://lib.uni-yar.ac.ru/opac/bk_login.php)) дает возможность получения on-line доступа к списку выданной в автоматизированном режиме литературы, просмотра и копирования электронных версий изданий сотрудников университета (учеб. и метод.

пособия, тексты лекций и т.д.) Для работы в «Личном кабинете» необходимо зайти на сайт Научной библиотеки ЯрГУ с любой точки, имеющей доступ в Internet, в пункт меню «Электронный каталог»; пройти процедуру авторизации, выбрав вкладку «Авторизация», и заполнить представленные поля информации.

2. Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ ([http://www.lib.uni-yar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_find.php](http://www.lib.uni-yar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php)) содержит более 2500 полных текстов учебных и учебно-методических материалов по основным изучаемым дисциплинам, изданных в университете. Доступ в сети университета, либо по логину/пароллю.

3. Электронная картотека «Книгообеспеченность» ([http://www.lib.uni-yar.ac.ru/opac/bk\\_bookreq\\_find.php](http://www.lib.uni-yar.ac.ru/opac/bk_bookreq_find.php)) раскрывает учебный фонд научной библиотеки ЯрГУ, предоставляет оперативную информацию о состоянии книгообеспеченности дисциплин основной и дополнительной литературой, а также цикла дисциплин и специальностей. Электронная картотека «Книгообеспеченность» доступна в сети университета и через Личный кабинет.

### Примеры выполнения заданий контрольных работ

**Пример 1.** По мишени производится 4 независимых выстрела с вероятностью попадания при каждом выстреле  $p = 0,8$ . Найти закон распределения дискретной случайной величины  $x$ , равной числу попаданий в мишень

**Решение.** Возможные значения случайной величины  $x$ : 0, 1, 2, 3, 4. Соответствующие вероятности вычисляем по формуле Бернулли:

$$p_0 = p(x=0) = C_4^0 0,8^0 0,2^4 = 0,0016.$$

$$p_1 = p(x=1) = C_4^1 0,8^1 0,2^3 = 0,0256.$$

$$p_2 = p(x=2) = C_4^2 0,8^2 0,2^2 = 0,1536.$$

$$p_3 = p(x=3) = C_4^3 0,8^3 0,2 = 0,4096.$$

$$p_4 = p(x=4) = C_4^4 0,8^4 0,2^0 = 0,4096.$$

Закон распределения  $x$  представится таблицей:

$x_i$	0	1	2	3	4
$p_i$	0,0016	0,0256	0,1536	0,4096	0,4096

Проверка:  $0,0016 + 0,0256 + 0,1536 + 0,4096 + 0,4096 = 1$ .

**Пример 2.** Дана функция

$$F(x) = \begin{cases} 0, & \text{если } x \leq 0, \\ x, & \text{если } 0 < x \leq 2, \\ 2, & \text{если } x > 2. \end{cases}$$

Является ли функция  $F(x)$  функцией распределения некоторой случайной величины? В случае положительного ответа найдите плотность вероятности  $p(x)$ . Построить график функции  $F(x)$ .

**Решение.** Для того чтобы наперед заданная функция  $F(x)$  являлась функцией распределения некоторой случайной величины  $x$ , необходимо и достаточно выполнение следующих условий (характеристических свойств функции распределения):

1.  $F(x)$  – неубывающая функция.
2.  $\lim_{x \rightarrow -\infty} F(x) = 0$ ,  $\lim_{x \rightarrow +\infty} F(x) = 1$ ,

$$\lim_{x \rightarrow 0} F(x) = 0.$$

3. При любом  $x \in \mathbb{R}$   $F(x-0) = F(x)$ .

Для заданной функции  $F(x)$  выполнение этих условий очевидно. Значит,  $F(x)$  – функция распределения. Вероятность  $P\{x \leq 3\}$  вычисляем по формуле:

$$P\{x \leq 3\} = F(3) = \int_0^3 f(x) dx = \int_0^1 0 dx + \int_1^3 0,1x dx = 0 + 0,1 \cdot \frac{x^2}{2} \Big|_1^3 = 0,1 \cdot \frac{9-1}{2} = 0,3.$$

**Пример 3.** Дана функция

$$F(x) = \begin{cases} 0, & \text{если } x \leq 0, \\ 0, & \text{если } 0 < x \leq 1, \\ 0,1x, & \text{если } 1 < x \leq 3, \\ 1, & \text{если } x > 3. \end{cases}$$

Является ли  $F(x)$  функцией распределения случайной величины?

**Решение.** Легко заметить, что  $F(1) = 0,2 > 0,11 = F(1,1)$ . Следовательно,  $F(x)$  не является неубывающей, а значит, не является функцией распределения случайной величины. Заметим, что остальные два свойства для данной функции справедливы.

**Пример 4.** Дана функция

$$f(x) = \begin{cases} 0, & \text{если } x \leq 0, \\ ae^{ax}, & \text{если } x > 0, (a > 0). \end{cases}$$

При каком значении постоянной  $a$  функция  $f(x)$  является плотностью вероятности некоторой случайной величины  $x$ ? Найдите функцию распределения  $F(x)$  величины  $x$ ? Вычислите вероятность попадания случайной величины  $x$  в промежуток  $[0; 1]$  двумя способами: при помощи плотности вероятности  $f(x)$  и при помощи функции распределения  $F(x)$ .

**Решение.** Прежде всего должно быть  $a > 0$ . Для нахождения значения  $a$  запишем условие (3) и преобразуем его:

$$\int_0^1 f(x) dx = 1, \quad \int_0^1 ae^{ax} dx = 1, \quad a \left[ \frac{e^{ax}}{a} \right]_0^1 = 1, \quad e^a - 1 = 1, \quad e^a = 2, \quad a = \ln 2.$$

Следовательно,  $a = \ln 2$  и функция  $f(x)$  имеет вид:

$$f(x) = \begin{cases} 0, & \text{если } x \leq 0, \\ \ln 2 \cdot e^{(\ln 2)x}, & \text{если } x > 0. \end{cases}$$

Найдем функцию распределения  $F(x)$ :  
если  $x \leq 0$ , то

$$F(x) = \int_{-\infty}^x f(t) dt = \int_{-\infty}^0 0 dt = 0;$$

если  $x > 0$ , то

$$F(x) = \int_{-\infty}^x f(t) dt = \int_{-\infty}^0 0 dt + \int_0^x \ln 2 \cdot e^{(\ln 2)t} dt = 0 + \ln 2 \cdot \left[ \frac{e^{(\ln 2)t}}{\ln 2} \right]_0^x = e^{(\ln 2)x} - 1 = 2^x - 1.$$

$$F(x) = \int_0^x f(t) dt = \int_0^0 dt + \int_0^x e^{-t} dt = 1 - e^{-x}$$

Следовательно,  $F(x) = 0$ , если  $x \leq 0$ ,  
 $F(x) = 1 - e^{-x}$ , если  $x > 0$ .

Вычислим вероятность  $P(0 \leq x \leq 1)$ :  
 $P(0 \leq x \leq 1) = \int_0^1 f(x) dx = \int_0^1 e^{-x} dx = 1 - e^{-1}$ .

**Пример 5.** Случайная величина  $X$  имеет плотность распределения (показательный закон распределения):

$$f(x) = \begin{cases} \lambda e^{-\lambda x} & \text{если } x \geq 0, \\ 0 & \text{если } x < 0. \end{cases}$$

Найдите математические ожидания величин  $X$  и  $y = 2X^2 + 3$ .

**Решение.** Имеем:

$$MX = \int_0^{\infty} x \lambda e^{-\lambda x} dx = \lambda \int_0^{\infty} x e^{-\lambda x} dx = \lambda \left[ -\frac{x}{\lambda} e^{-\lambda x} - \frac{1}{\lambda^2} e^{-\lambda x} \right]_0^{\infty} = \lambda \left( 0 - \left( -\frac{1}{\lambda^2} \right) \right) = \frac{1}{\lambda}.$$

$$MY = \int_0^{\infty} (2x^2 + 3) \lambda e^{-\lambda x} dx = \lambda \int_0^{\infty} (2x^2 + 3) e^{-\lambda x} dx = \lambda \left( \frac{2}{\lambda^3} + \frac{3}{\lambda^2} \right) = \frac{2}{\lambda^2} + \frac{3}{\lambda}.$$