

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого»  
Институт информационных и электронных систем  
Кафедра прикладной математики и информатики



ТВЕРЖДАЮ  
Директор ИЭС

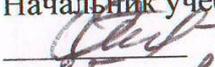
С.И. Эминов  
2017г.

## МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НА ЭВМ

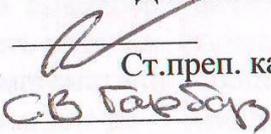
Учебный модуль по направлению подготовки  
01.03.02 – прикладная математика и информатика

Рабочая программа

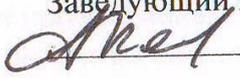
СОГЛАСОВАНО

Начальник учебного отдела  
  
О.Б. Ширококолобова  
« 25 » 10 20 17 г.

Разработал

Доцент кафедры ПМИ  
Т.В. Жгун  
Ст.преп. кафедры ПМИ  
  
С.В.Гарбарь

Принято на заседании кафедры ПМИ  
Протокол № 2 от 11.10 2017г.

Заведующий кафедрой  
  
А.В. Колногоров

## 1 Цели и задачи учебного модуля

Освоение материала УМ имеет цели:

- привить студентам понимание сущности математических моделей и математического моделирования, обучить их основам теории математического моделирования;
- научить студентов разрабатывать и исследовать математические модели, привить им навыки в выборе и реализации на ЭВМ алгоритмов типовых блоков математических моделей;
- продолжить развитие у студентов навыков в самостоятельной индивидуальной и коллективной исследовательской работе, в том числе на ЭВМ.

Для достижения указанной цели в УМ решаются следующие задачи:

- изучение основ теории математического моделирования;
- получение студентами практических навыков в разработке математических моделей и в моделировании на ЭВМ.
- получение студентами навыков поиска необходимой им литературы и навыков грамотного с научной точки зрения изложения результатов их работы (их исследований) в отчётных материалах и в выступлениях.

## 2 Место учебного модуля в структуре ОП направления подготовки

Модуль “ММ на ЭВМ” (математическое моделирование на ЭВМ) относится к дисциплинам по выбору блока Б1. Он читается в 7-м семестре согласно утвержденному учебному плану.

Модуль “ММ на ЭВМ” использует соответствующие разделы модулей “Математический анализ”, “Алгебра, геометрия и математическая логика”, “Дифференциальные уравнения”, “Разностные уравнения”, “Уравнения математической физики”, “Теория вероятностей и математическая статистика”, “Информатика”, “Алгоритмические языки”, “Вычислительная математика”

Требования к уровню освоения студентами материала модуля “ММ на ЭВМ” определяются соответствием его требованиям ОП НовГУ им Ярослава Мудрого к уровню знаний и умений студентов, приобретаемых ими при освоении модулей учебного плана.

### 3 Требования к результатам освоения учебного модуля

Процесс изучения УМ направлен на формирование и дальнейшее развитие нижеперечисленных общекультурных (ОК) и профессиональных ПК компетенций.

- способностью к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);
- способностью собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям (ПК-1);

а также **дополнительные компетенции для повышения конкурентоспособности на рынке труда:**

- способностью формировать суждения о значении и последствиях своей профессиональной деятельности с учетом социальных, профессиональных и этических позиций (ПК-6);

В результате освоения УМ студент должен знать, уметь и владеть:

Код компетенции	Уровень освоения компетенции	Знать	Уметь	Владеть
ПК1	повышенный	Способность к профессиональному самоопределению Способность самостоятельно находить необходимые источники информации для саморазвития: Способность сформулировать личные цели обучения: методы математического моделирования для решения различных профессиональных и социальных задач.	собирать и обрабатывать статический, экспериментальный, графический и т.п. материал, необходимый для построения математических моделей, расчетов и конкретных практических выводов; – использовать методы прикладной математики и информатики для решения научно-исследовательских и прикладных задач в области профессиональной деятельности использовать методы математического моделирования для решения различных профессиональных и социальных задач.	профессионально профильными знаниями и практическими навыками прикладной математики и информатики; – методами построения непрерывных и дискретных математических моделей процессов: методами построения математических моделей и исследования с их помощью различных профессиональных и социальных задач.
Код	Уро-	Знать	Уметь	Владеть

Компетенции	Венч освоения компетенции			
ОК-7	Базовый	<p>Осознание важности процесса самообразования для совершенствования профессионального мастерства</p> <p>Понимание необходимости самообразования на протяжении всей жизни: о необходимости интеллектуального и профессионального саморазвития и о необходимости повышения своей квалификации в области математического моделирования.</p>	<p>проводить самодиагностику и определить направления в собственном личностном и профессиональном развитии</p> <p>умение сформулировать личные цели обучения, самостоятельно и осмысленно знакомиться с научными публикациями в печати и в сети Internet в области математического моделирования, повышая свою квалификацию..</p>	<p>Способность к профессиональному самоопределению</p> <p>Способность самостоятельно находить необходимые источники информации для саморазвития</p> <p>Способность сформулировать личные цели обучения: методами интеллектуального и профессионального саморазвития, стремится к повышению своей квалификации в области математического моделирования..</p>

Код компетенции	Уровень освоения компетенции	Знать	Уметь	Владеть
ПК-6	Базовый	<p>основные этапы разработки математических моделей природных и социальных процессов; основные нормативные документы безопасности профессиональной деятельности назначение математических моделей и основные этапы их разработки.</p>	<p>обосновывать актуальность и практическую значимость математических моделей применять математическое моделирование в исследовательской и прикладной деятельности.</p>	<p>– навыками изложения результатов научно-исследовательской работы, оценки значимости полученных результатов методами математического моделирования и применять их в исследовательской и прикладной деятельности.</p>

## 4 Структура и содержание учебного модуля

### 4.1 Трудоемкость учебного модуля

Учебная работа (УР), Учебные элементы модуля (УЭМ)	Всего	Распределение по се-			Коды формируемых компетенций
		7-й сем.	-	-	
<b>Трудоемкость модуля в зачетных единицах – ЗЕТ</b>	6	6	-	-	
<b>Распределение трудоемкости по видам УР в ЗЕТ и в академических часах (АЧ):</b> УМ: Математическое моделирование на ЭВМ	216	216	-	-	ОК-7, ПК-1, 6,
- лекции	36	36	-	-	
- практические занятия	18	18	-	-	
- лабораторные работы	36	36	-	-	
- в т.ч. аудиторная СРС	18	18	-	-	
Итого:	126	126	-	-	
- внеаудиторная СРС	90	90	-	-	
- в т.ч.: - курсовая работа	36	36	-	-	
- экзамен					
<b>Аттестация:</b> -- экзамен	36	36	-	-	

\*) зачеты принимаются в часы аудиторной СРС.

## 4.2 СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОГО МОДУЛЯ

### Введение

Модель и оригинал, сущность моделирования. Физическое и математическое моделирование. Функциональная полнота и адекватность модели оригиналу, требования к моделям. Место моделирования в научных и практических исследованиях, классы задач, решаемых с помощью математического моделирования. Разновидности математических моделей. Основные этапы разработки и исследования моделей. Модульность структуры моделей.

### 1 Основы программной реализации моделей на ЭВМ

Среды программирования. Язык программирования C# как средство исследования математически моделей. Использование DataGridView для представления табличных данных. Использование DataTable для хранения табличных данных. Использование DataSet для хранения табличных данных. Использование

DataGridView для хранения табличных данных. Использование BindingList для хранения табличных данных. Моделирование выборки без повторения.

## 2 Моделирование распределений вероятностей

Моделирование дискретных распределений. Общие методы моделирования распределений. Метод обратной функции. Метод отбора. Метод дискретной декомпозиции распределений. Использование критерия согласия хи-квадрат для проверки правильности моделирования.

Календарный план, наименование разделов учебного модуля с указанием трудоемкости по видам учебной работы представлены в технологической карте учебного модуля (приложение Б).

## 4.3 ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

1. Использование DataGridView и DataSet для работы с табличными данными.
2. Использование DataGridView и DataTable для работы с табличными данными.
3. Использование DataGridView для работы с табличными данными.
4. Использование DataGridView и BindingList для работы с табличными данными.
5. Моделирование выборки без повторения.

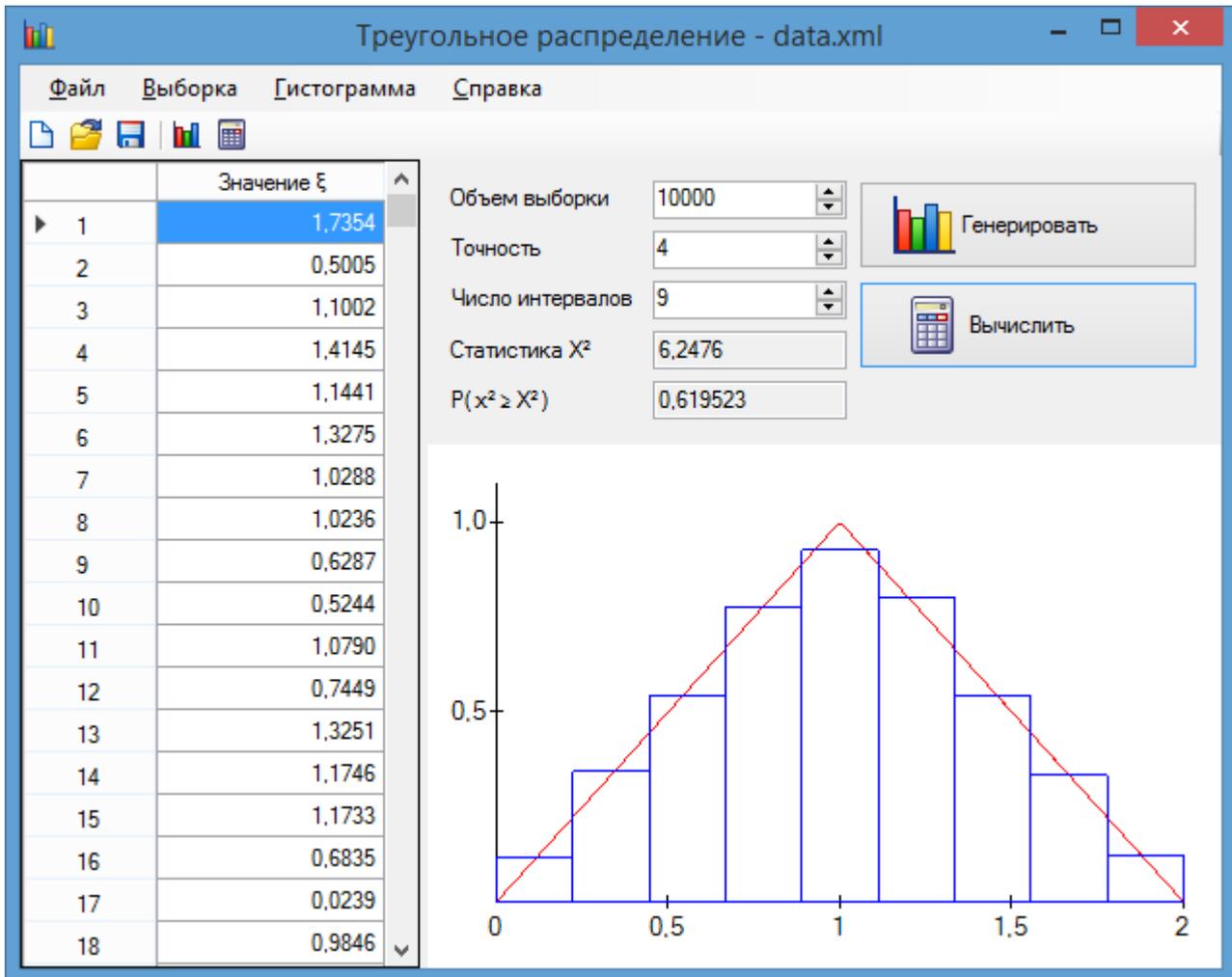
## ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

- 1 Моделирование дискретных распределений.
- 2 Общие методы моделирования распределений. Метод обратной функции.
- 3 Общие методы моделирования распределений. Метод отбора.
- 4 Метод дискретной декомпозиции распределений.
- 5 Использование критерия согласия хи-квадрат для проверки правильности моделирования.

## 4.4 ПРИМЕРЫ ТЕМ КУРСОВЫХ РАБОТ

Вариант 1. Написать программу для моделирования заданного количества случайных величин с заданным распределением вероятностей.

Программа должна иметь удобный интерфейс пользователя (написанный с использованием Windows Forms), и быть похожей на образец программы для моделирования треугольного распределения (GeneratingRandomVariables.exe).

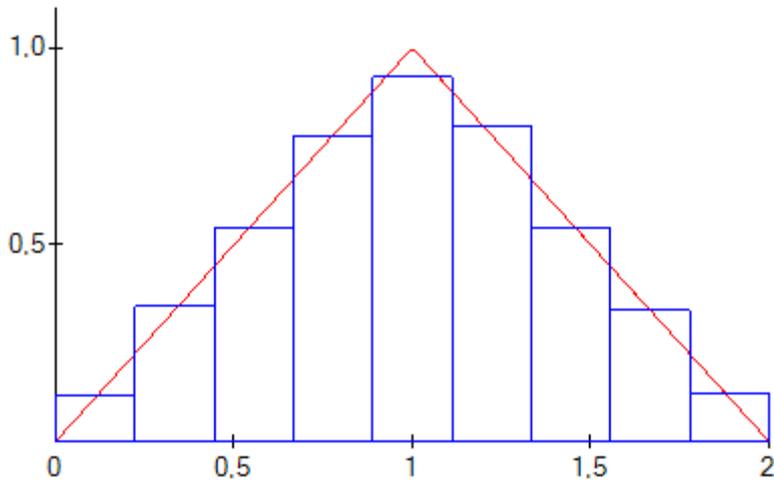


Программа должна выводить результаты моделирования в виде таблицы.

Программа должна проверить правильность моделирования с помощью одного из критериев согласия.

Должны быть поля для задания параметров. Должна быть кнопка для выполнения вычислений. Должна быть возможность для сохранения результатов вычислений в файле и для чтения результатов вычислений из файла. Должны быть главное меню, панель инструментов и меню правой кнопки мыши. Также должно быть окно «о программе», содержащее информацию о программе. Программа должна обеспечивать защиту от ошибок пользователя.

Желательно построение гистограммы следующего вида:



## 4.5 ПРИМЕРЫ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

### МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ. КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

Вариант 1. Плотность распределения вероятностей задаётся формулой  $p(x) = c(x + 2^{-2} + x^5)$  при  $x \in [1, 3]$  (и  $p(x) = 0$  иначе), где  $c$  – нормирующая константа. Получить алгоритм моделирования указанного распределения. Написать программу, реализующую полученный алгоритм моделирования. Программа должна получить выборку, промоделировав указанное распределение заданное число раз. Объём выборки не превосходит 1000 и является параметром программы. Написать интерфейс пользователя с использованием Windows Forms и DataGridView. Должно быть поле для задания объёма выборки. Программа должна иметь таблицу, показывающую полученную выборку. Должна быть кнопка для выполнения моделирования.

### ПРИМЕР ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО БИЛЕТА

**Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого**

**Кафедра прикладной математики и информатики**

**Экзаменационный билет № 00**

**Дисциплина Математическое моделирование на ЭВМ**

**Для направления Прикладная математика и информатика**

Плотность распределения вероятностей задаётся формулой  $p(x) = c(x + 2^{-2} + x^5)$  при  $x \in [1, 3]$  (и  $p(x) = 0$  иначе), где  $c$  – нормирующая константа. Получить алгоритм моделирования указанного распределения. Написать программу, реализующую полученный алгоритм моделирования. Программа должна получить выборку, промоделировав указанное распределение заданное число раз. Объём выборки не превосходит 1000 и является параметром программы. Напи-

сать интерфейс пользователя с использованием Windows Forms и DataGridView. Должно быть поле для задания объёма выборки. Программа должна иметь таблицу, показывающую полученную выборку. Должна быть кнопка для выполнения моделирования.

### **ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ.**

- 1 Моделирование дискретных распределений.
- 2 Общие методы моделирования распределений. Метод обратной функции.
- 3 Общие методы моделирования распределений. Метод отбора.
- 4 Метод дискретной декомпозиции распределений.
- 5 Использование критерия согласия хи-квадрат для проверки правильности моделирования.
- 6 Использование DataGridView и DataSet для работы с табличными данными.
- 7 Использование DataGridView и DataTable для работы с табличными данными.
- 8 Использование DataGridView для работы с табличными данными.
- 9 Использование DataGridView и BindingList для работы с табличными данными.
- 10 Моделирование выборки без повторения.

## **4.5 ОРГАНИЗАЦИЯ ИЗУЧЕНИЯ УЧЕБНОГО МОДУЛЯ**

Изложение лекционного материала даётся в соответствии с активной формой обучения, когда лектор время от времени задаёт студентам вопросы. Первостепенная задача лектора видится в быстром создании контакта с аудиторией. Должна быть создана такая атмосфера, при которой студенты не будут бояться задавать вопросы лектору.

Методические рекомендации по организации изучения УМ с учетом использования в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения учебных занятий даются в Приложении А.

## **5 Контроль и оценка качества освоения учебного модуля**

Контроль качества освоения студентами УМ и его составляющих осуществляется непрерывно в течение всего периода обучения с использованием балльно-рейтинговой системы (БРС), являющейся обязательной к использованию всеми структурными подразделениями университета.

Для оценки качества освоения модуля используются формы контроля: текущий – регулярно в течение всего семестра; семестровый – по окончании изучения УМ.

Оценка качества освоения модуля осуществляется с использованием фонда оценочных средств, разработанного для данного модуля, по всем формам контроля в соответствии с положением Минобрнауки от «Об организации учебного процесса по образовательным программам высшего образования» и о «Фонде оценочных средств». Содержание видов контроля и их график отражены в технологической карте учебного модуля (Приложение Б).

## **6 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебного модуля**

Учебно-методическое и информационное обеспечение учебного модуля «Математическое моделирование на ЭВМ» представлено **Картой учебно-методического обеспечения** (см. Приложение В).

## **7 Материально-техническое обеспечение учебного модуля**

Лабораторные занятия (36 часов) проводятся в компьютерном классе, оснащённом 10 современными компьютерами (аудитория 3105/2). Все работы двухчасовые и выполняются фронтально. На каждом компьютере имеется программный модуль, позволяющий выполнять 9 лабораторных работ с контролем знаний студентами основ теории по выполняемой работе, а также с анализом качества выполнения двух разделов исследовательского плана. В итоге каждому студенту компьютерная программа выставляет оценку, которая заносится в жур-

нал преподавателя. Остальные лабораторные работы выполняются также фронтально, но без управления указанным модулем.

**Приложения:**

А – Методические рекомендации по организации изучения учебного модуля.

Б – Технологическая карта.

В – Карта учебно-методического обеспечения УМ.

## Приложение А

### Методические рекомендации по организации изучения учебного модуля для преподавателя и для студента

Учебный модуль «Математическое моделирование» состоит из взаимосвязанных разделов, по которым предусмотрены лекционные, практические и лабораторные занятия

#### А.1 Методические рекомендации по теоретической части учебного модуля

Теоретическая часть модуля направлена на формирование системы знаний о сфере и методологии применения математических моделей. Основное содержание теоретической части излагается преподавателем на лекционных занятиях, а также усваивается студентом при знакомстве с дополнительной литературой, которая предназначена для более глубокого овладения знаниями основных дидактических единиц соответствующего раздела и указана в таблице А.1.

В начале лекции проводится, опрос или собеседование (не более 20 мин.) для экспресс-оценки уровня усвоения теоретического материала.

Лекционный материал по разделам дисциплины излагается в основном на основе основных литературных источников, приводимых в табл. А.1. В качестве дополнительных источников могут быть материалы, полученные из сети Интернет, а также результаты научных разработок кафедры, в том числе – лично преподавателя. Преподавателю рекомендуется сообщать студентам из каких дополнительных источников взят сообщаемый им материал.

#### А.2 Методические рекомендации по практическим занятиям

Цель практических занятий – формирование у студентов умения работать в коллективе, способности к кооперации с коллегами, способности находить профессиональные решения и компетентности студентов в области научной и научно-исследовательской деятельности, способствующей становлению их готовности приобретать новые научные и профессиональные знания, используя современные образовательные и информационные технологии, критически переосмысливать накопленный опыт и изменять при необходимости вид и характер своей профессиональной деятельности, а также умение применить теоретические сведения к решению конкретных задач.

Практические занятия в большинстве своем строятся следующим образом:

- 20% аудиторного времени отводится на объяснение решения типовой задачи у доски или на объяснение задания;

- 70% аудиторного времени – самостоятельное решение задач студентами или их коллективное выполнение упражнений;
- 10% аудиторного времени в конце текущего занятия – разбор типовых ошибок при решении задач или подведение итогов выполнения упражнений.

## **А.2 Методические рекомендации по лабораторным занятиям**

Лабораторные работы имеют своей целью научить студентов применять методы приближенных вычислений для решения конкретных задач с компьютера с помощью пакетов прикладных программ и/или языков программирования высокого уровня и оценивать погрешность получаемого результата, углубить практические навыки работы с компьютерной техникой, овладеть методикой экспериментальных исследований в области вычислительной математики и обработки полученных результатов.

Каждая лабораторная работа представляет собой небольшое научное исследование, перед выполнением которого студент опрашивается компьютером на предмет знания основ теории, используемой в рассматриваемой задаче. Тематика лабораторных работ соответствует темам лекционного материала.

Таким образом, компьютерный контроль знаний и степени готовности студентов к самостоятельной исследовательской работе является текущим контролем в их подготовке к будущей самостоятельной творческой работе. Этот контроль представляет собой тестирование знаний и умений студентов, выполняемое разработанными компьютерными программами.

На каждой лабораторной работе студенты тестируются трижды: по знанию теоретического материала, на котором основаны проводимые исследования, и дважды по качеству полученным в работе результатам анализа (исследования) двух заданий. Каждый такой тест содержит 4 вопроса. При этом параметры вопросов являются случайными. Вероятность того, что при фронтальной работе студентов значение какого-либо параметра в некотором вопросе в двух компьютерах совпадёт обычно равна 0,0001.

На выполнение лабораторной работы отводится не более 1 часа 50 минут.

По полученным ответам ЭВМ выставляет следующий оценочный балл за каждое из трёх указанных заданий: 5 – за 4 правильных ответа, 4 – за 3 правильных ответа, 3 – за 2 правильных ответа, 2 – за 1 правильный ответ и 1 – за 0 правильных ответов. В конце лабораторной работы по результатам трёх тестов ЭВМ выставляет средний балл (с точностью до 0,1, который преподавателем записывается в журнал успеваемости (ведется разработка электронного журнала с автоматической записью в него оценок студентов).

По отдельным лабораторным работам, по которым программное обеспечение ещё не разработано, оценка за лабораторную работу выставляется преподавателем по итогам собеседования в соответствии с указанными критериями.

Освоение дисциплины предполагает использование следующего материально-технического обеспечения: Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 10 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети НовГУ и находятся в едином домене.

При проведении лабораторного практикума студенты самостоятельно выполняют лабораторные работы, получая необходимые консультации у преподавателя. Занятия строятся следующим образом.

Первое занятие:

- проводится инструктаж по технике безопасности;
- студенты разбиваются на группы для выполнения ЛР;
- студенты знакомятся с порядком выполнения, защиты ЛР, правилами оформления отчета (в соответствии с СТО 1.701-2010. Текстовые документы. Общие требования к построению и оформлению);
- студентам указывается число баллов, которое можно набрать при выполнении лабораторного практикума;
- выдаются задания по лабораторным работам.

Второе занятие:

- студенты выполняют лабораторную работу.

На каждом последующем занятии:

- проводится защита выполненной лабораторной работы;
- выполняются последующие работы.

Без защиты лабораторных работ допускается выполнить только две работы.

По результатам защит студентам начисляются баллы. Максимальное количество баллов за выполнение и защиту одной лабораторной работы – 20 баллов.

Лабораторный практикум считается выполненным, если студент выполнил и защитил все лабораторные работы, набрав при этом минимально необходимую сумму баллов. Перечень ЛР указан в разделе 4.3 настоящей рабочей программы.

### **А.3 Методические рекомендации по самостоятельной работе студентов**

Самостоятельная работа студентов является одним из видов учебных занятий студентов и должна сопровождаться контролем и оценкой ее результатов.

Самостоятельная работа студента и проводится с целью:

- формирования и развития профессиональных компетенций, соответствующих основным видам профессиональной деятельности;
- обобщения, систематизации, закрепления, углубления и расширения полученных знаний и умений студентов;

- формирования умений поиска и использования информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного роста;
- развития познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирования самостоятельности профессионального мышления: способности к профессиональному и личностному развитию, самообразованию и самореализации;
- формирования умений использования информационно-коммуникационных технологий в профессиональной деятельности;
- развития культуры межличностного общения, взаимодействия между людьми, формирование умений работы в команде.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы: аудиторная и - внеаудиторная. Аудиторная самостоятельная работа по модулю выполняется на учебных занятиях по заданию и под руководством преподавателя. Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Формами аудиторной самостоятельной работы в условиях реализации компетентностного подхода являются активные и интерактивные формы проведения занятий, а именно: разбор конкретных заданий, в том числе углубляющих теоретические знания и другие формы.

Методические рекомендации по СРС состоят из примерных задач, опросов, тестов, самостоятельных и контрольных работ и других заданий, выполняемых в рамках аудиторной и внеаудиторной самостоятельной работы студентов.

Основной литературой по УМ «Математическое моделирование на ЭВМ» являются следующие издания:

1. Математическое моделирование на ЭВМ: Учебное пособие / Б.Ф. Кирьянов; НовГУ им. Ярослава Мудрого.– В. Новгород, 2012.– 143 с.
2. Математическое моделирование: Учебное пособие / Б.Ф. Кирьянов; НовГУ им. Ярослава Мудрого.– 2006.– 35 с.

Таблица А1 – Основная и дополнительная учебная литература по разделам модуля

Наименован. раздела	Литература к разделам модуля
0 Введение	Математическое моделирование на ЭВМ: Учебное пособие / Б.Ф. Кирьянов; НовГУ им. Ярослава Мудрого.– В. Новгород, 2012.– 143 с.

	<p>Лоу А.М., Кельтон В.Д. Имитационное моделирование. СПб:Питер, 2004. – 847 с.</p> <p>Кирьянов Б.Ф. Математическое моделирование в среде Delphi: Монография – М.: РАЕ. 2012. 154 с.</p>
1 Основы программной реализация моделей на ЭВМ	<p>Математическое моделирование на ЭВМ: Учебное пособие / Б.Ф. Кирьянов; НовГУ им. Ярослава Мудрого.– В. Новгород, 2012.– 143 с.</p> <p>Кирьянов Б.Ф. Математическое моделирование в среде Delphi: Монография – М.: РАЕ. 2012. 154 с.</p>
2 Детерминированные модели	<p>Математическое моделирование на ЭВМ: Учебное пособие / Б.Ф. Кирьянов; НовГУ им. Ярослава Мудрого.– В. Новгород, 2012.– 143 с.</p> <p>Математическое моделирование: Учебное пособие / Б.Ф. Кирьянов; НовГУ им. Ярослава Мудрого.– 2006.– 35 с.</p> <p>Кирьянов Б.Ф. Математическое моделирование в среде Delphi: Монография М.: РАЕ. 2012. 154 с.</p>
3.1 Общие сведения о стохастических моделях	<p>Математическое моделирование на ЭВМ: Учебное пособие / Б.Ф. Кирьянов; НовГУ им. Ярослава Мудрого.– В. Новгород, 2012. – 143 с.</p> <p>Кирьянов Б.Ф. Математическое моделирование в среде Delphi: Монография М.: РАЕ. 2012. 154 с.</p> <p>Лоу А.М., Кельтон В.Д. Имитационное моделирование. СПб: Питер, 2004. – 847 с.</p> <p>Математическое моделирование: Учебное пособие / Б.Ф. Кирьянов; НовГУ им. Ярослава Мудрого. – 2006. – 35 с.</p>
3.2 Моделирование равновероятных случайных величин	<p>Математическое моделирование на ЭВМ: Учебное пособие / Б.Ф. Кирьянов; НовГУ им. Ярослава Мудрого.– В. Новгород, 2012. – 143 с.</p> <p>Математическое моделирование: Учебное пособие / Б.Ф. Кирьянов; НовГУ им. Ярослава Мудрого. – 2006. – 35 с.</p> <p>Кирьянов Б.Ф. Математическое моделирование в среде Delphi. М.: РАЕ. 2012. 154 с.</p> <p>Лоу А.М., Кельтон В.Д. Имитационное моделирование. СПб: Питер, 2004. – 847 с.</p>

<p>3.3. Моделирование случайных событий и дискретных случайных величин</p>	<p>Математическое моделирование на ЭВМ: Учебное пособие / Б.Ф. Кирьянов; НовГУ им. Ярослава Мудрого.– В. Новгород, 2012. – 143 с.</p> <p>Математическое моделирование: Учебное пособие / Б.Ф. Кирьянов; НовГУ им. Ярослава Мудрого. – 2006. – 35 с.</p> <p>Кирьянов Б.Ф. Математическое моделирование в среде Delphi. М.: РАЕ. 2012. 154 с.</p>
<p>3.4. Моделирование непрерывных случайных величин</p>	<p>Математическое моделирование на ЭВМ: Учебное пособие / Б.Ф. Кирьянов; НовГУ им. Ярослава Мудрого.– В. Новгород, 2012. – 143 с.</p> <p>Математическое моделирование: Учебное пособие / Б.Ф. Кирьянов; НовГУ им. Ярослава Мудрого. – 2006. – 35 с.</p> <p>Кирьянов Б.Ф. Математическое моделирование в среде Delphi. М.: РАЕ. 2012. 154 с.</p> <p>Лоу А.М., Кельтон В.Д. Имитационное моделирование. – СПб: Питер, 2004. – 847 с.</p> <p>Кирьянов Б.Ф. Математическое моделирование: учебное пособие к лабораторным работам. Вел. Новгород: НовГУ. 2006. 35 с.</p>
<p>3.5. Моделирование и анализ случайных процессов и случайных последовательностей</p>	<p>Математическое моделирование на ЭВМ: Учебное пособие / Б.Ф. Кирьянов; НовГУ им. Ярослава Мудрого.– В. Новгород, 2012. – 143 с.</p> <p>Математическое моделирование: Учебное пособие / Б.Ф. Кирьянов; НовГУ им. Ярослава Мудрого. – 2006. – 35 с.</p> <p>Кирьянов Б.Ф. Математическое моделирование в среде Delphi. М.: РАЕ. 2012. 154 с.</p> <p>Кирьянов Б.Ф. Математическое моделирование: учебное пособие к лабораторным работам. Вел. Новгород: НовГУ. 2006. 35 с.</p>
<p>3.6. Моделирование случайных векторов</p>	<p>Математическое моделирование на ЭВМ: Учебное пособие / Б.Ф. Кирьянов; НовГУ им. Ярослава Мудрого.– В. Новгород, 2012. – 143 с.</p> <p>Кирьянов Б.Ф. Математическое моделирование в среде Delphi. М.: РАЕ. 2012. 154 с.</p> <p>Лоу А.М., Кельтон В.Д. Имитационное моделирование</p>

	ние. – СПб: Питер, 2004. – 847 с.
4. Примеры разработки математических моделей	Математическое моделирование на ЭВМ: Учебное пособие / Б.Ф. Кирьянов; НовГУ им. Ярослава Мудрого.– В. Новгород, 2012. – 143 с. Кирьянов Б.Ф. Математическое моделирование в среде Delphi. М.: РАЕ. 2012. 154 с. Лоу А.М., Кельтон В.Д. Имитационное моделирование. – СПб: Питер, 2004. – 847 с.

**Примечание:** Основы теории тех разделов лекционного курса, по которым проводятся лабораторные занятия, кратко изложены в учебном пособии: Кирьянов Б.Ф. Математическое моделирование. – Вел. Новгород: НовГУ, 2006. – 36 с. В этом пособии приводятся и упражнения по указанным разделам, рекомендуемые к выполнению на практических занятиях и процессе самостоятельной работы студентов.

Приложение Б  
(обязательное)

**Технологическая карта**  
**учебного модуля «Математическое моделирование на ЭВМ»**  
семестр – 7, ЗЕ – 6, вид аттестации – экзамен, акад. часов – 216, баллов рейтинга – 300

№ и наименование раздела учебного модуля, КП/КР	№ неде- ли сем.	Трудоемкость, ак. час					СРС	Форма текущего контроля успе- в. (в соотв. с пас- портом ФОС)	Максим. кол-во баллов рейтинга
		Аудиторные занятия							
		ЛЕК	ПЗ	ЛР	АСРС				
<b>Математическое моделирование на ЭВМ</b>	1-18 1 се- местр	36	18	36	18	90 в т.ч. КР 36	Практические занятия ЛР №1 ЛР №2 ЛР №3 ЛР №4 ЛР №5 КР	100 20 20 20 20 50	
Сессия	сессия						экзамен	50	
<b>Итого:</b>		36	18	36	18	90		300	

Критерии оценки качества освоения студентами модуля (в соответствии с Положением «Об организации учебного процесса по ос-  
новным образовательным программам высшего профессионального образования» от 27.09.2011г. № 32):

оценка «удовлетворительно») – 150– 207 баллов; (50-74%)

оценка «хорошо») – 208 - 267баллов; (75-89%)

оценка «отлично») – 268 – 300 баллов. (90-100%)

## Приложение В

### Карта учебно-методического обеспечения

#### Учебного модуля Математическое моделирование на ЭВМ

Направление (специальность) Прикладная математика и информатика

Формы обучения очная курс 4 Семестр 7

Часов: всего 216, лекций 36, практ. зан. 18, лаб. раб. 36, СРС и виды индивидуальной работы (курсовая работа, КП) 126, КП 36

Обеспечивающая кафедра Кафедра прикладной математики и информатики

Таблица 1- Обеспечение учебного модуля учебными изданиями

Библиографическое описание* издания (автор, наименов., вид, место и год издания, кол. стр.)	Кол. экз. в библ. НовГУ	Наличие в ЭБС
Учебники и учебные пособия		
1. Кирьянов Б. Ф. Математическое моделирование на ЭВМ : учеб. пособие / Б. Ф. Кирьянов ; Новгород. гос. ун-т им. Ярослава Мудрого. - Великий Новгород, 2012. - 143, [1] с.	39	Полный текст: <a href="https://novsu.bibliotech.ru/Reader/Book/-1324">https://novsu.bibliotech.ru/Reader/Book/-1324</a>
2. Кирьянов Б. Ф. Математическое моделирование : учеб. пособие / Б. Ф. Кирьянов ; Новгород. гос. ун-т им. Ярослава Мудрого. - Великий Новгород, 2006. - 35 с.	20	
3. Биллинг В.А. Основы программирования на С#. М.: Интернет-Ун-т Иформ. Технологий: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. 488 с.	20	
4. Павловская Т.А. С#. Программирование на языке высокого уровня. СПб.: Питер, 2009. 432 с.	5	
Учебно-методические издания		
5. Моделирование случайных величин : метод. указания / сост. Н. Ю. Кропачева, А. С. Тихомиров ; Новгород. гос. ун-т им. Ярослава Мудрого. - Великий Новгород, 2004. - 47с.	10	
6. Рабочая программа модуля с приложениями «Математическое моделирование на ЭВМ»/Авт.-сост. Т.В. Жгун , Б.Ф. Кирьянов ; НовГУ. – В.Новгород, 2017. – 23 с..		НовГУ. Библиотех

Таблица 2 – Информационное обеспечение учебного модуля

Название программного продукта, интернет-ресурса	Электронный адрес	Примечание
Электронная библиотека механико-математического факультета Московского государственного университета [Электронный ресурс] : [офиц. сайт] / Московск. гос. ун-т. – М., 2002-2015. – Режим доступа: <a href="http://www.lib.mexmat.ru/">http://www.lib.mexmat.ru/</a> , свободный. - Загл. с экрана (дата обращения: 17.01.2017).	<a href="http://poiskknig.ru">http://poiskknig.ru</a>	электронная библиотека учебников Мех-Мата МГУ, Москва
Общероссийский математический портал Math-Net.Ru [Электронный ресурс] / Математич. институт им. В. А. Стеклова РАН. - М.; 2002-2015. - Режим доступа: <a href="http://www.mathnet.ru/about.phtml?option_lang=rus">http://www.mathnet.ru/about.phtml?option_lang=rus</a> , свободный - Загл. с экрана (дата обращения: 17.01.2017).	<a href="http://www.mathnet.ru/">http://www.mathnet.ru/</a>	общероссийский математический портал
ScienceDirec [Электронный ресурс] : [офиц. сайт] / <a href="http://www.elsevier.com/">Издательство Elsevier (Эльзевир)</a> – Великобритания, 2002-2014. - Режим доступа: <a href="http://www.sciencedirect.com/">http://www.sciencedirect.com/</a> , свободный. - Загл. с экрана (дата обращения: 17.01.2017).	<a href="http://www.sciencedirect.com/">http://www.sciencedirect.com/</a>	научные журналы издательства Elsevier
<i>InfTech. Information Technologies.</i> Информационные Технологии [Электронный ресурс] : [офиц. сайт] / Режим доступа: <a href="http://www.inftech.webservis.ru/">http://www.inftech.webservis.ru/</a> /, свободный. - Загл. с экрана (дата обращения: 17.01.2017).	<a href="http://inftech.webservis.ru/it/conference/isanditc/2000/section3/rus/arrus16.html">http://inftech.webservis.ru/it/conference/isanditc/2000/section3/rus/arrus16.html</a>	Сайт информационных технологий
Visual Studio [Электронный ресурс] : [офиц. сайт] / Microsoft-2015. - Режим доступа: <a href="http://www.visualstudio.com/ru-ru/">http://www.visualstudio.com/ru-ru/</a> , свободный. - Загл. с экрана (дата обращения: 17.01.2017).	<a href="http://www.microsoft.com/visualstudio/ru-ru">http://www.microsoft.com/visualstudio/ru-ru</a>	Среда программирования Microsoft Visual Studio 2010
Lazarus [Электронный ресурс] : [офиц. сайт] Lazarus and Free Pascal Team , -1993-2013. - Режим доступа: <a href="http://www.lazarus.freepascal.org/">http://www.lazarus.freepascal.org/</a> свободный. - Загл. с экрана (дата обращения: 17.01.2017).	<a href="http://www.lazarus.freepascal.org/">http://www.lazarus.freepascal.org/</a>	Среда программирования Lazarus
Интернет-университет информационных технологий [Электронный ресурс] : [офиц. сайт] / НОУ «ИНТУИТ», 2003 – 2015. - Режим доступа: <a href="http://www.intuit.ru/">http://www.intuit.ru/</a> свободный. - Загл. с экрана (дата обращения: 17.01.2017).	Режим доступа: <a href="http://www.intuit.ru/">http://www.intuit.ru/</a>	Интернет-университет информационных технологий [

Таблица 3 – Дополнительная литература

Библиографическое описание* издания (автор, наименов., вид, место и год издания, кол. стр.)	Кол. экз. в библ. НовГУ	Наличие в ЭБС
<b>Голубева Н. В.</b> Математическое моделирование систем и процессов : учеб. пособие для вузов / Н. В. Голубева. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2013. - 191, [1] с. : Сигла хранения Ф1-4	4	да
<b>Кириянов Б. Ф.</b> Математическое моделирование в среде Delphi : монография / Б. Ф. Кириянов ; Рос. Акад. Естествознания, Изд. дом Акад. Естествознания. - М. : Издательский дом Академии Естествознания , 2012. - 153, [1] с. : Сигла хранения Ф1-2	2	да
<b>Кириянов Б. Ф.</b> Микропроцессорные средства в задачах имитации и обработки случайных сигналов : учеб. пособие. Ч. 2 / Б. Ф. Кириянов ; Новгород. политехн. ин-т. - Новгород, 1989. - 47, [1] с. : Сигла хранения Ф1-5(9)	14	