

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Костромской государственный университет»  
(КГУ)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
**МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ И СИСТЕМ**

Направление подготовки «(09.03.02) Информационные системы и  
технологии»

все направленности

Квалификация выпускника: бакалавр

Кострома  
2023

Рабочая программа дисциплины «Численные методы» разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом по направлению 09.03.02 Информационные системы и технологии (уровень бакалавриата), утвержден приказом Министерства образования и науки РФ № 926 от 19.09.17.

Разработал: \_\_\_\_\_ Панин И.Г., профессор, д.т.н., доцент  
подпись

Рецензент: \_\_\_\_\_ (ФИО), должность, ученая степень, ученое звание  
подпись

ПРОГРАММА УТВЕРЖДЕНА:

Протокол заседания кафедры № \_ 6 \_ от \_27.04.2023\_г.  
Заведующий кафедрой информационных систем и технологий:  
Киприна Л.Ю., к.т.н., доцент:

## 1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цель дисциплины: формирование у студентов знания основ современных методов функционального, имитационного и математического моделирования производственных процессов и систем различного назначения, методов построения моделей различных классов и их реализация на компьютерной технике посредством современных прикладных программных средств.

Задачи дисциплины: освоение студентами современных методов моделирования процессов и систем, этапов математического моделирования, принципов и основных требований к математическим моделям; схемы их разработки и методов их исследования; формализации процесса функционирования системы, имитационного моделирования, методов упрощения математических моделей; технических и программных средств моделирования.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

### **Освоить компетенции:**

ОПК-1: Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности

ОПК-8: Способен применять математические модели, методы и средства проектирования информационных и автоматизированных систем

### **Индикаторы освоенности компетенции:**

ОПК-1.1: знать основные методы математического моделирования, классификацию и условия применения моделей

ОПК-1.2: уметь решать стандартные профессиональные задачи с применением методов математического моделирования

ОПК-1.3 владеть методами моделирования информационных систем

ОПК-8.1: знать основы программирования с использованием математического моделирования

ОПК-8.2: уметь проводить моделирование процессов и систем с применением современных инструментальных средств

ОПК-8.3: владеть навыками методами моделирования информационных систем

**Знать:** - основные методы математического моделирования, классификацию и условия применения моделей, основы программирования с использованием математического моделирования; инструментальные средства моделирования

**Уметь:** - решать стандартные профессиональные задачи с применением методов математического моделирования; - проводить моделирование процессов и систем с применением современных инструментальных средств

**Владеть:** - методами теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности с использованием математического моделирования; - методами моделирования информационных систем

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам вариативной части учебного плана. Изучается в 5 семестре обучения.

Изучение дисциплины основывается на ранее освоенных дисциплинах/практиках:

- математика;
- физика;
- электротехника, электроника и схемотехника.

Изучение дисциплины является основой для освоения последующих дисциплин/практик:

- методы оптимизации;
- проектирование информационных систем;
- планирование эксперимента;
- программное обеспечение компьютерных комплексов,
- искусственный интеллект и экспертные системы.

### 4. Объем дисциплины (модуля)

#### 4.1. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием академических (астрономических) часов и виды учебной работы

Виды учебной работы,	Очная форма
Общая трудоемкость в зачетных единицах	4
Общая трудоемкость в часах	144
Аудиторные занятия в часах, в том числе:	50
Лекции	34
Практические занятия	
Лабораторные занятия	16
КР	3
Консультация	0,25
Самостоятельная работа в часах	90,75
Форма промежуточной аттестации	зачет

#### 4.2. Объем контактной работы на 1 обучающегося

Виды учебных занятий	Очная форма
Лекции	34
Практические занятия	
Лабораторные занятий	16
Консультации	0,25
Зачет/зачеты	
Экзамен/экзамены	

Курсовые работы	3
Курсовые проекты	
Всего	53,25

## 5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием количества часов и видов занятий

### 5.1 Тематический план учебной дисциплины

№	Название раздела, темы	Всего з.е./час	Аудиторные занятия			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические	Лабораторные	
V семестр						
1.1	Понятие модели, моделирования		2			4
1.2	Этапы создания математических моделей		2			4
1.3	Физическое моделирование		2			4
1.4	Аналоговое моделирование		2			4
1.5	Имитационное моделирование		2			4
1.6	Случайные величины		2		2	4
1.7	Знакомство с пакетами GPSS; AnyLogic				2	4
1.8	Разработка генератора случайных чисел				2	4
1.9	Системы массового обслуживания (СМО)		2			4
1.10	Аналитическое моделирование СМО		2			4
1.11	Построение имитационных моделей СМО с использованием пакета Anylogic				3	4
1.12	Построение имитационных моделей СМО с использованием пакета GPSS				3	4
1.13	Сети массового обслуживания (СеМО)		2			4
1.14	Аналитическое моделирование СеМО		2			4
1.15	Численное моделирование случайных процессов		6		2	4
1.16	Структура компьютерных сетей		2			4
1.17	Построение численных моделей СеМО		4		2	4
1.18	Планирование вычислительного эксперимента		1			4
1.19	Полный и дробный факторный эксперимент		1			4
1.20	Зачет					14,75

Итого:		34	16	90,75
--------	--	----	----	-------

## 5.2. Содержание:

Понятие модели, моделирования. Даются понятия и определения модели и процесса моделирования, дается классификация моделей по типам. Вводится понятие математической модели, определяются ее виды.

Этапы создания математических моделей. Рассматриваются этапы создания математических моделей, для каждого этапа указываются его характерные особенности и условия применения.

Физическое моделирование. Определяются подобные системы моделирования. Вводятся понятия подобия, критерия подобия. Формулируются первая, вторая и третья теоремы подобия, приводятся примеры их применения.

Аналоговое моделирование. Определяются аналоговые модели, вводятся понятия элементов, узлов, фазовых переменных, компонентных и топологических уравнений. Приводятся примеры построения аналоговых моделей.

Имитационное моделирование. Рассматриваются общие вопросы систем массового обслуживания. Дается понятие имитационного моделирования, его основные отличия, достоинства и недостатки. Условия применения имитационного моделирования. Этапы построения имитационных моделей

Случайные величины. Последовательности случайных величин. Основные характеристики случайных величин. Законы распределения случайных величин, их основные параметры. Методы генерации случайных величин и их последовательностей. Проверка качества генераторов псевдослучайных чисел. Моделирование законов распределения. Критерии соответствия заданному закону распределения. Многофазовые распределения, их достоинства и условия применения.

Системы массового обслуживания (СМО). Основные понятия и определения СМО. Типы заявок, стратегии управления потоками заявок, правила буферизации и обслуживания. Классификация моделей массового обслуживания. Режимы функционирования и основные характеристики СМО для различных потоков заявок.

Аналитическое моделирование СМО. Основные модели: однородный и неоднородный поток заявок, одноканальные и многоканальные системы, предположения, параметры и расчет характеристик СМО.

Сети массового обслуживания (СеМО). Классификация моделей СеМО, их параметры, характеристики, режимы функционирования.

Аналитическое моделирование СеМО. Основные модели: замкнутые и разомкнутые СеМО, предположения, параметры и расчет основных характеристик.

Численное моделирование случайных процессов. Параметры и характеристики марковских случайных процессов. Цепи Маркова, граф переходов, матрица переходов. Численное моделирование СМО: модели, предположения, параметры, характеристики. Численное моделирование СеМО: модели, предположения, параметры, характеристики.

Структура компьютерных сетей. Методы коммутации. Сетевые протоколы. Смешанные сети массового обслуживания.

Планирование вычислительного эксперимента. Понятие эксперимента, оценка адекватности и верификации модели, валидация данных и оценка устойчивости результатов моделирования, понятие стратегического и тактического планирования

эксперимента, уравнение регрессии.

Полный и дробный факторный эксперимент. Определение коэффициентов регрессии, формирование дробных реплик.

## 6. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины

### 6.1. Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Задание	Часы	Методические рекомендации по выполнению задания	Форма контроля
1.	Понятие модели, моделирования	Изучить материалы лекции	4	Использовать материалы лекций и рекомендованную литературу	Контрольная работа
2.	Этапы создания математических моделей	Изучить материалы лекции	4	Использовать материалы лекций и рекомендованную литературу	Контрольная работа
3	Физическое моделирование	Изучить материалы лекции	4	Использовать материалы лекций и рекомендованную литературу	Контрольная работа
4	Аналоговое моделирование	Изучить материалы лекции	4	Использовать материалы лекций и рекомендованную литературу	Контрольная работа
5	Имитационное моделирование.	Изучить материалы лекции	4	Использовать материалы лекций и рекомендованную литературу	Контрольная работа
6	Случайные величины	Изучить материалы лекции, выполнить задания	4	Использовать материалы лекций и рекомендованную литературу Выполнить задания, используя материалы лекций. Подготовить отчет по л/р,	Контрольная работа Проверка выполнения заданий
7	Знакомство с пакетами GPSS; AnyLogic		4		Проверка выполнения заданий
8	Разработка генераторов СЧ	Выполнение заданий по вариантам	4	Выполнить задания, используя материалы лекций. Подготовить отчет по л/р	Проверка выполнения заданий
9	Системы массового обслуживания (СМО)	Изучить материалы лекции	4	Использовать материалы лекций и рекомендованную литературу	Контрольная работа
10	Аналитическое моделирование СМО	Изучить материалы лекции	4	Использовать материалы лекций и рекомендованную литературу	Контрольная работа
11	Построение имитационных моделей СМО с использованием пакета Anylogic	Выполнение заданий по вариантам	4	Выполнить задания, используя материалы лекций. Подготовить отчет по л/р	Проверка выполнения заданий
12	Построение имитационных моделей СМО с использованием	Выполнение заданий по вариантам	4	Выполнить задания, используя материалы лекций. Подготовить отчет по л/р	Проверка выполнения заданий

	пакета GPSS				
13	Сети массового обслуживания (СеМО)	Изучить материалы лекции	4	Использовать материалы лекций и рекомендованную литературу	Контрольная работа
14	Аналитическое моделирование СеМО	Изучить материалы лекции	4	Использовать материалы лекций и рекомендованную литературу	Контрольная работа
15	Численное моделирование случайных процессов	Изучить материалы лекции	4	Использовать материалы лекций и рекомендованную литературу Выполнить задания, используя материалы лекций.	Контрольная работа Проверка выполнения заданий
16	Структура компьютерных сетей	Изучить материалы лекции	4	Использовать материалы лекций и рекомендованную литературу	Контрольная работа
17	Построение численных моделей СМО и СеМО	Выполнение заданий по вариантам	4	Использовать материалы лекций и рекомендованную литературу Выполнить задания, используя материалы лекций. Подготовить отчет по л/р	Контрольная работа Проверка выполнения заданий
18	Планирование вычислительного эксперимента	Изучить материалы лекции	4	Использовать материалы лекций и рекомендованную литературу	Контрольная работа
19	Полный и дробный факторный эксперимент	Изучить материалы лекции	4	Использовать материалы лекций и рекомендованную литературу	Контрольная работа
20	Подготовка к зачету	Изучить материалы лекции	14,75	Использование материалов лекций, лабораторных работ и рекомендованной литературы	

## 6.2. Тематика и задания для практических занятий (при наличии)

### 6.3. Тематика и задания для лабораторных занятий

Знакомство с пакетами GPSS; AnyLogic.

Решение задач по расчету характеристик различных распределений случайных величин.

Разработка генераторов случайных чисел, проверка их качества. Построение последовательности случайных чисел, соответствующих заданному закону распределения.

Построение имитационных моделей СМО в системе GPSS, расчет основных характеристик. Расчет необходимого количества опытов для достижения достоверности результатов.

Построение имитационных моделей СМО в системе AnyLogos, расчет основных характеристик. Расчет необходимого количества опытов для достижения достоверности результатов.

Построение численных моделей СМО и СеМО, расчет основных характеристик.

Построение плана вычислительного эксперимента, расчет коэффициентов уравнения регрессии, формирование дробных реплик.

## 6.4. Методические рекомендации для выполнения курсовых работ

Курсовая работа является самостоятельной (индивидуальной) исследовательской работой студента по заданной преподавателем тематике. Курсовая работа выполняется по вариантам. Задание на курсовую работу выдается каждому студенту преподавателем индивидуально. В ходе выполнения курсовой работы студент должен изучить литературу по теме исследования, подробно ознакомиться с технологиями и реализовать поставленную задачу. Задание на курсовую работу выдается в начале семестра. За 2 недели до окончания семестра курсовые работы сдаются преподавателю на рецензию. Защита курсовых работ производится в конце семестра в течение зачетной недели в виде краткого доклада (3-5 минут) по данной тематике и демонстрации программного обеспечения.

Курсовая работа оформляется в бумажном виде (формат А4) в соответствии с требованиями ЕСКД. Программное обеспечение представляется на магнитном носителе (записывается на винчестер в компьютерном классе). Объем работы – 20-30 стр. без учета приложений. Работа должна включать следующие разделы:

- Титульный лист 1
- Содержание 1
- Введение 1-2
- Теоретическая часть 3-5
- Описание реализации 5-8
- Заключение 1-2
- Список использованных источников 1
- Приложения

Название разделов и подразделов должно соответствовать тематике курсового проектирования. Содержание должно включать перечень разделов курсовой работы с указанием страниц.

Во введении излагается цель курсовой работы, краткие сведения по теме, обзор литературных источников.

Теоретическая часть должна содержать разделы, подробно раскрывающие тему курсовой работы. В практической части показана технология выполнения курсовой. В заключении представляются выводы по результатам работы над темой, а также рассматриваются прикладные аспекты рассмотренного метода.

Литература оформляется в соответствии со стандартами, например:

Нечепуренко М.И. Алгоритмы и программы решения задач на графах и сетях.

Новосибирск.: Наука, 1990. 515 с.

Примерные варианты заданий:

- разработать систему массового обслуживания (например, работу АЗС), создать схему процесса, реализовать систему в Anylogic с элементами анимации, исследовать систему, найти и устранить ее «узкие» места

## **7. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

*а) основная:*

1. Чикуров Н. Г. Моделирование систем и процессов: Учебное пособие / Н.Г. Чикуров. М.: ИЦ РИОР: НИЦ Инфра-М, 2013г.  
(Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php>)
2. Кобелев Н. Б. Имитационное моделирование: Учебное пособие / Н.Б. Кобелев, В.А. Половников, В.В. Девятков. М.: КУРС: НИЦ Инфра-М, 2013г.  
(Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php>)
3. Боев В., Сыпченко Р. Компьютерное моделирование.  
(Режим доступа: <http://www.intuit.ru/studies/courses/643/499/info>)
4. Павловский Ю. Н. Имитационное моделирование : Учеб. пособие / Ю. Н. Павловский, Н. В. Белотелов, Ю. И. Бродский. - М.: Академия, 2008. - 236 с.  
Библиогр.: ISBN 978-5-7695-3967-1: 6шт

*б) дополнительная:*

1. Вишневский В.М. Теоретические основы проектирования компьютерных сетей. – М.: Техносфера, 2003. – 512с.
2. Замятина О.М. Моделирование сетей: Учеб. пособие. – Томск: Изд-во Томского политехнического ун-та, 2011. – 168с.
3. Алиев Т.И. Основы моделирования дискретных систем. Учеб. пособие. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2009. – 363с.
4. Кузин А. В. Компьютерные сети: Учебное пособие / Кузин А.В., Кузин Д.А. - М.: Формум, НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 192 с.

## **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

1. Шелухин, О.И. Моделирование информационных систем [Электронный ресурс] : учеб. пособие – Электрон. дан. – Москва : Горячая линия-Телеком, 2012. – 536 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/5204>.
2. Флегонтов, А.В. Моделирование информационных систем. Unified Modeling Language [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.В. Флегонтов, И.Ю. Матюшичев. – Электрон. дан. – Санкт-Петербург : Лань, 2018. – 112 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/102244>.
3. Мешечкин, В.В. Имитационное моделирование [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.В. Мешечкин, М.В. Косенкова. – Электрон. дан. – Кемерово : КемГУ, 2012. – 116 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/44371>.
4. Кудрявцев, Е.М. GPSS World. Основы имитационного моделирования различных систем [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – Москва : ДМК Пресс, 2008. – 317 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/1213>.
5. ISBN 978-5-00091-169-3://znanium.com

6. Математическое и имитационное моделирование : учеб. пособие / А.И. Безруков, О.Н. Алексенцева. – М. : ИНФРА-М, 2018. – 227 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс; Режим доступа <http://www.znanium.com>]. . – [www.dx.doi.org/10.12737/textbook\\_59006f8ec13df8.73891496](http://www.dx.doi.org/10.12737/textbook_59006f8ec13df8.73891496)
7. Гулай, Т.А. Теория вероятностей и математическая статистика [Электронный ресурс] : учебное пособие / Т.А. Гулай, А.Ф. Долгополова, Д.Б. Литвин, С.В. Мелешко. - 2-е изд., доп. – Ставрополь: АГРУС, 2013. - 260 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=514780>
8. Кобелев, Н. Б. Теория систем и имитационное управление реальными объектами [Электронный ресурс] / Н. Б. Кобелев // Труды конференции 15 мая 2012. ГОУ "Всероссийский заочный финансово-экономический институт" (ВЗФЭИ), 2012. - С. 19-28. - Режим доступа: <http://www.znanium.com/>
9. Математические методы в управлении [Электронный ресурс]. Компьютерный практикум и методические указания по выполнению лабораторной работы для магистрантов первого года обучения, направление 080500.68 «Магистр менеджмента». Часть II / А. Н. Гармаш, И. В. Орлова, Е. Н. Горбатенко. - М.: ВЗФЭИ, 2011. - 78 с. - Режим доступа: <http://www.znanium.com/>
10. Кобелев, Н. Б. Качественная теория больших систем и их имитационное моделирование [Электронный ресурс] : пособие для разработчиков имитационных моделей и пользователей / Н. Б. Кобелев. - М.: Принт Сервис, 2009. - [85 с.] - Режим доступа: <http://www.znanium.com/>

## **9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

<b>Специализированные лаборатории и классы</b>			
№ п/п	Номер, наименование, принадлежность помещения (аудитории, лаборатории, класса, мастерской)	Площадь, м2	Количество посадочных мест
1	Аудитория Е-325	65	12+1
2	Аудитория Е-326а	39,2	9+1
3	Аудитория Е-327	40,58	9+1
4	Аудитория Е-330	39,53	9+1
5	Лекционная аудитория Е-326	109	70
<b>Основное учебное оборудование</b>			
№ п/п	Наименование	Год изготовления	№ помещения
1	Персональные компьютеры, объединенные в локальную сеть	2009	Е-325
2	Персональные компьютеры, объединенные в локальную сеть	2010	Е-326а
3	Персональные компьютеры, объединенные в локальную сеть	2009	Е-327
4	Персональные компьютеры, объединенные в локальную сеть	2009	Е-330
5	Программное обеспечение, Python, GPSS, Anylogic		Е-325, Е-326а,

			E-327, E-330
<b>Основное программное обеспечение</b>			
№ п/п	Наименование		№ помещения
1	Пакет GPSS		E-319,321, 324,330
2	Пакет Anylogic		E-319,321, 324,330