

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
**Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования**  
**«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет  
им. Н.И. Лобачевского»**

Радиофизический факультет  
(факультет / институт / филиал)

---

УТВЕРЖДЕНО  
решением ученого совета ННГУ  
протокол от  
«31» мая 2023 г. № 6

**Рабочая программа дисциплины**

Имитационное моделирование сложных систем  
(наименование дисциплины (модуля))

---

Уровень высшего образования  
магистратура  
(бакалавриат / магистратура / специалитет)

---

Направление подготовки / специальность  
02.04.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии  
(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

---

Направленность образовательной программы  
Информационная безопасность и защита информации  
(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

---

Форма обучения  
очная  
(очная / очно-заочная / заочная)

---

Нижний Новгород

2023

## 1. Место и цели дисциплины в структуре ОПОП

Данная дисциплина относится к дисциплинам по выбору и преподается в 3 семестре.

Цель изучения дисциплины состоит в освоении студентами методологии и технологий компьютерного имитационного моделирования сложных динамических систем.

Задачи курса:

- рассмотрение принципов построения моделей сложных систем;
- изучение вопросов формализации и алгоритмизации моделей;
- получение навыков проведения компьютерных имитационных экспериментов.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
ПК-1. Способен руководить научными исследованиями и опытно-конструкторскими разработками, в области фундаментальной информатики и информационных технологий (ФИИТ), и формировать их новые направления в области профессиональной деятельности	ПК-1.1. Знает проблематику и методы научных исследований и опытно-конструкторских разработок в области ФИИТ применительно к профессиональной деятельности	Знать: - проблематику и методы научных исследований и опытно-конструкторских разработок в области моделирования сложных систем	Собеседование
	ПК-1.2. Умеет выполнять научные исследования и опытно-конструкторские разработки в области ФИИТ применительно к профессиональной деятельности.	Уметь: - выполнять научные исследования и опытно-конструкторские разработки в области моделирования сложных систем	Собеседование
ПК-10. Способен применять в профессиональной деятельности стандарты, процедуры и средства администрирования	ПК-10.1. Знает стандарты, процедуры и средства администрирования и управления безопасностью информационных технологий.	Знать: - стандарты, процедуры и основные показатели качества в области моделирования сложных систем	Собеседование

рования и управления безопасностью информационных технологий; способен использовать стандарты, процессы, процедуры и средства поддержки жизненного цикла информационных технологий	ПК-10.2. Умеет применять в профессиональной деятельности стандарты, процедуры и средства администрирования и управления безопасностью информационных технологий.	Уметь: - производить анализ показателей качества сложных систем	Собеседование
--	--	--	---------------

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная форма обучения	очно-заочная форма обучения	заочная форма обучения
<b>Общая трудоемкость</b>	3 зет		
<b>Часов по учебному плану</b>	108		
<b>в том числе</b>			
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b> - занятия лекционного типа - занятия семинарского типа	32		
<b>самостоятельная работа</b>	75		
<b>Промежуточная аттестация – экзамен/зачет</b>	зачет		

#### 3.2. Содержание дисциплины

##### Содержание дисциплины (модуля)

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины,  форма промежуточной аттестации по дисциплине	Всего (часы)	В том числе				Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы				
		из них				
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Всего	

1. Общие вопросы имитационного моделирования	23	8			8	15
2. Моделирование непрерывных динамических систем	28	8			8	20
3. Моделирование гибридных систем	28	8			8	20
4. Моделирование систем массового обслуживания	28	8			8	20
В т.ч. текущий контроль	2	2			2	
Промежуточная аттестация – <b>зачет</b>						

#### 4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает следующие виды:

- разбор материала семинарских занятий,
- изучение дополнительных разделов дисциплины с использованием учебной литературы,
- составление алгоритмов и программирование на компьютере при решении задач

Текущий контроль усвоения материала проводится путем проведения опроса.

##### Примеры контрольных заданий:

3-7. Сформулируйте концептуальную и математическую постановки для модели, описывающей свободные колебания системы, включающей два тела, соединенных пружинами. Разработайте алгоритм численного решения данной задачи. Оцените величину подходящего шага интегрирования в зависимости от времени интегрирования для различных схем интегрирования. Постройте траектории движения тел в фазовом пространстве. Реализуйте гибридное поведение системы при мгновенном изменении её параметров.

3-8. Постройте модель параметрических колебаний в колебательном контуре с изменяющейся емкостью. Определите зоны параметрического резонанса. Оцените величину подходящего шага интегрирования в зависимости от времени для различных схем интегрирования. Реализуйте гибридное поведение системы при мгновенном изменении её параметров.

В-23. Гибридное поведение, обусловленное изменением состава системы.

В-24. Имитационное моделирование систем массового обслуживания.

#### 5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:

5.1. Перечень компетенций выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования.

Индикаторы компетенции	Критерии оценивания	
	«незачтено»	«зачтено»
<u>Знания</u>	Наличие грубых ошибок в основном материале	Знание основного материалом, возможно с рядом погрешностей
<u>Умения</u>	Наличие грубых ошибок при выполнении стандартных заданий	Способность выполнения всех стандартных заданий, возможно с незначительными погрешностями
<u>Навыки</u>	Отсутствие навыка	Достаточное владение навыком

## 5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Итоговый контроль качества усвоения студентами содержания дисциплины проводится в виде зачета, на котором определяется:

- уровень усвоения студентами основного учебного материала по дисциплине;
- уровень понимания студентами изученного материала;
- способность студентов использовать полученные знания для решения конкретных задач.

Зачет проводится в устной форме и заключается в ответе студентом на теоретические вопросы курса (с предварительной подготовкой), решении задачи по параллельному программированию(с предварительной подготовкой) и последующем собеседовании в рамках тематики курса. Собеседование проводится в форме вопросов, на которые студент должен дать краткий ответ.

Оценка «не зачтено» ставится при отсутствии необходимых знаний, умений и навыков либо при наличии грубых ошибок при ответе на вопросы, демонстрации умений и навыков. Оценка «зачтено» ставится в остальных случаях.

### Критерии оценок.

Оценка	Уровень подготовки
Зачтено	В целом хорошая подготовка с возможными ошибками или недочетами. Студент дает полный ответ на все теоретические вопросы. Допускаются ошибки при ответах на дополнительные и уточняющие вопросы. Студент работал на лабораторных занятиях.
Незачтено	Подготовка недостаточная и требует дополнительного изучения материала. Студент дает ошибочные ответы, как на теоретические вопросы билета, так и на дополнительные вопросы.

## 5.3. Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине, характеризующих этапы формирования компетенций

Для оценивания результатов обучения в виде знаний используется индивидуальное собеседование.

Для оценивания результатов обучения в виде умений используются: индивидуальное собеседование и практические задания.

Для оценивания результатов обучения в виде владений используются: индивидуальное собеседование и практические задания.

5.4. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций и (или) для итогового контроля сформированности компетенции.

Контрольные вопросы для аттестации по итогам освоения дисциплины:

1. Определение и назначение моделирования. Место моделирования среди методов познания.
2. Определение модели. Свойства моделей.
3. Классификация моделей. Материальное моделирование. Идеальное моделирование.
4. Когнитивные, концептуальные и формальные модели. Классификация математических моделей. Этапы построения математической модели и примеры моделей.
5. Статические и динамические модели.
6. Непрерывные, дискретные и гибридные модели.
7. Детерминированные и стохастические модели.
8. Аналитические и имитационные модели.
9. Цели моделирования.
10. Обследование объекта моделирования. Концептуальная постановка задачи моделирования.
11. Математическая постановка задачи моделирования. Выбор и обоснование выбора метода решения задачи.
12. Реализация математической модели в виде программы для ЭВМ. Проверка адекватности модели.
13. Практическое использование построенной модели и анализ результатов моделирования.
14. Особенности моделей, использующих имитационный подход.
15. Языки моделирования и их классификация. Дерево решений выбора языка для моделирования системы.
16. Моделирующие комплексы. Сравнение характеристик языков имитационного моделирования.
17. Имитационное моделирование непрерывных систем.
18. Моделирование с использованием систем дифференциальных уравнений.
19. Моделирование с использованием систем разностных уравнений.
20. Имитационное моделирование гибридных систем.
21. Гибридное поведение, обусловленное совместным функционированием непрерывных и дискретных объектов.
22. Гибридное поведение, обусловленное мгновенными качественными изменениями в непрерывном объекте.

23. Гибридное поведение, обусловленное изменением состава системы.
24. Имитационное моделирование систем массового обслуживания.
25. Классификация систем массового обслуживания.
26. Моделирование разомкнутых систем массового обслуживания.
27. Моделирование замкнутых систем массового обслуживания.
28. Моделирование многофазных систем массового обслуживания.

Для оценки сформированности компетенций используются контрольные задания, примеры которых приведены в пункте 5.

**Полный комплект оценочных средств представлен в ФОНДЕ оценочных средств по дисциплине «Имитационное моделирование сложных систем»**

### **5.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания.**

Положение «О проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в ННГУ», утверждённое приказом ректора ННГУ от 13.02.2014 г. №55-ОД,

Положение о фонде оценочных средств, утвержденное приказом ректора ННГУ от 10.06.2015 №247-ОД.

## **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

а) основная литература:

1. Шеннон Р. Имитационное моделирование систем — искусство и наука. — М. : Мир, 1978. — 301с.
2. Гулд Х., Тобочник Я. Компьютерное моделирование в физике, ч. 1, 2. М.: Мир, 1990.
3. Хеерман Д.В. Методы компьютерного эксперимента в теоретической физике. М.: Наука, 1990.
4. Колесов Ю. Б., Сениченков Ю. Б. Моделирование с систем. Динамические и гибридные системы. — СПб.: БХВ-Петербург, 2006. — 224 с.
5. Колесов Ю. Б., Сениченков Ю. Б. Моделирование с систем. Объектно-ориентированный подход. — СПб.: БХВ-Петербург, 2006. — 192 с.
6. Кудрявцев Е. М. GPSS World. Основы имитационного моделирования различных систем. — М.: ДМК Пресс, 2004. — 320 с.

б) дополнительная литература:

1. Поршнев С. В. Компьютерное моделирование физических процессов в пакете MATLAB. — М.: Телеком, 2003, 592 с.
2. Карпов Ю.Г. Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с AnyLogic 5. — СПб. : БХВ-Петербург, 2006. — 400 с.
3. Ю.Б. Колесов, Ю.Б. Сениченков. Объектно-ориентированное моделирование в среде RandModelDesigner7 : учебное пособие. — Москва : Проспект, 2016. — 255 с.

4. Варжапетян А. Г. . Имитационное моделирование на GPSS/H: учебное пособие  
ГУАП. — СПб., 2007. — 384 с.: ил.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Microsoft Visual Studio

<http://cyberleninka.ru>

<http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library>

<http://www.mvstudium.com/>

<https://www.anylogic.ru/>

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

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению подготовки 02.04.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии».

Автор \_\_\_\_\_ Жуков С.Н.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Бакунов М.И.

Программа одобрена на заседании методической комиссии радиофизического факультета от «25» мая 2023 года, протокол № 04/23.