

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

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Имитационное моделирование сложных систем

Уровень высшего образования

Магистратура

Направление подготовки / специальность

02.04.02 - Фундаментальная информатика и информационные технологии

Направленность образовательной программы

Информационная безопасность и защита информации

Форма обучения

очная

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.ДВ.04.02 Имитационное моделирование сложных систем относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

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	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ПК-1: Способен руководить научными исследованиями и опытно-конструкторскими разработками, в области информатики и информационных технологий (ФИИТ), и формировать их новые направления в области профессиональной деятельности	<p>ПК-1.1: Знает проблематику и методы научных исследований и опытно-конструкторских разработок в области ФИИТ применительно к профессиональной деятельности</p> <p>ПК-1.2: Имеет навыки выполнения научных исследований и опытно-конструкторских разработок в области ФИИТ применительно к профессиональной деятельности</p> <p>ПК-1.3: Имеет навыки руководства исследованиями и опытно-конструкторскими разработками в области ФИИТ применительно к профессиональной деятельности, и формирования их новых направлений</p>	<p>ПК-1.1: Знает задачи и методы выполнения научных исследований и опытно-конструкторских работ в области моделирования сложных систем</p> <p>ПК-1.2: Умеет составлять планы и выполнять научные исследования и опытно-конструкторские работы в области моделирования сложных систем,</p> <p>ПК-1.3: Имеет навыки составления отчетов по исследованиям и опытно-конструкторским разработкам в области моделирования сложных систем</p>	Опрос	Зачёт: Задания
ПК-10: Способен применять в профессиональной деятельности стандарты, процедуры и средства администрирования и управления безопасностью информационных технологий;	<p>ПК-10.1: Знает стандарты, процедуры и средства администрирования и управления безопасностью информационных технологий</p> <p>ПК-10.2: Умеет применять в профессиональной деятельности стандарты, процедуры и средства</p>	<p>ПК-10.1: Знает алгоритмы и методы имитационного моделирования сложных систем.</p> <p>ПК-10.2: Умеет производить анализ результатов исследования при моделировании сложных</p>	Опрос	Зачёт: Задания

способен использовать стандарты, процессы, процедуры и средства поддержки жизненного цикла информационных технологий	администрирования и управления безопасностью информационных технологий ПК-10.3: Имеет практический опыт использования стандартов, процессов, процедур и средств поддержки жизненного цикла информационных технологий	систем и представлять отчеты об исследованиях. ПК-10.3: Владеет навыками использования специализированного программного обеспечения в области имитационного моделирования сложных систем.		
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	3
Часов по учебному плану	108
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	32
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	0
- КСР	1
самостоятельная работа	75
Промежуточная аттестация	0 Зачёт

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы	Всего	
	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о
1. . Общие вопросы имитационного моделирования	16	8	0	8	8
2. Моделирование непрерывных динамических систем	28	8	0	8	20
3. Моделирование гибридных систем	35	8	0	8	27
4. Моделирование систем массового обслуживания	28	8	0	8	20

Аттестация	0				
КСР	1			1	
Итого	108	32	0	33	75

Содержание разделов и тем дисциплины

1. Определение и назначение моделирования. Место моделирования среди методов познания.

Определение модели. Свойства моделей.

Классификация моделей. Материальное моделирование. Идеальное моделирование. Когнитивные, концептуальные и формальные модели. Классификация математических моделей. Этапы построения математической модели и примеры моделей. Статические и динамические модели. Непрерывные, дискретные и гибридные модели. Детерминированные и стохастические модели. Аналитические и имитационные модели. Цели моделирования. Обследование объекта моделирования. Концептуальная постановка задачи моделирования. Математическая постановка задачи моделирования. Выбор и обоснование выбора метода решения задачи. Реализация математической модели в виде программы для ЭВМ. Проверка адекватности модели.

Практическое использование построенной модели и анализ результатов моделирования. Особенности моделей, использующих имитационный подход. Языки моделирования и их классификация. Дерево решений выбора языка для моделирования системы. Моделирующие комплексы. Сравнение характеристик языков имитационного моделирования.

2. Имитационное моделирование непрерывных систем. Моделирование с использованием систем дифференциальных уравнений. Моделирование с использованием систем разностных уравнений.

3. Имитационное моделирование гибридных систем. Гибридное поведение, обусловленное совместным функционированием непрерывных и дискретных объектов. Гибридное поведение, обусловленное мгновенными качественными изменениями в непрерывном объекте. Гибридное поведение, обусловленное изменением состава системы.

4. Имитационное моделирование систем массового обслуживания. Классификация систем массового обслуживания. Моделирование разомкнутых систем массового обслуживания. Моделирование замкнутых систем массового обслуживания. Моделирование многофазных систем массового обслуживания

Практические занятия /лабораторные работы организуются, в том числе, в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

На проведение практических занятий / лабораторных работ в форме практической подготовки отводится: очная форма обучения - 8 ч.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Шеннон Р. Имитационное моделирование систем — искусство и наука. — М. : Мир, 1978. — 301с.

Гулд Х., Тобочник Я. Компьютерное моделирование в физике, ч. 1, 2. М.: Мир, 1990.

Хеерман Д.В. Методы компьютерного эксперимента в теоретической физике. М.: Наука, 1990.

Колесов Ю. Б., Сениченков Ю. Б. Моделирование с систем. Динамические и гибридные

системы. — СПб.: БХВ-Петербург, 2006. — 224 с.

Колесов Ю. Б., Сениченков Ю. Б. Моделирование с систем. Объектно-ориентированный подход. — СПб.: БХВ-Петербург, 2006. — 192 с.

Кудрявцев Е. М. GPSS World. Основы имитационного моделирования различных систем. – М.: ДМК Пресс, 2004. – 320 с

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Опрос) для оценки сформированности компетенции ПК-1:

Опрос по теме предыдущего занятия

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Опрос) для оценки сформированности компетенции ПК-10:

Выполнение домашнего задания

Критерии оценивания (оценочное средство - Опрос)

Оценка	Критерии оценивания
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.
не зачтено	Подготовка недостаточная и требует дополнительного изучения материала. Студент дает ошибочные ответы, как на теоретические вопросы билета, так и на дополнительные вопросы.

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено			зачтено			

<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»

не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Задания) для оценки сформированности компетенции ПК-1

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.

5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Задания) для оценки сформированности компетенции ПК-10

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.

Критерии оценивания (оценочное средство - Задания)

Оценка	Критерии оценивания
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.
не зачтено	Подготовка недостаточная и требует дополнительного изучения материала. Студент дает ошибочные ответы, как на теоретические вопросы билета, так и на дополнительные вопросы.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Жданов Э. Р. Компьютерное моделирование физических явлений и процессов методом Монте-Карло : учебно-метод. пособие / Жданов Э. Р., Маликов Р. Ф., Хисматуллин Р. К. - Уфа : БГПУ имени М. Акмуллы, 2005. - 124 с. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции БГПУ имени М. Акмуллы - Информатика. - ISBN 5879782662., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=712687&idb=0>.

2. Шеннон Роберт. Имитационное моделирование систем - искусство и наука : пер. с англ. / под ред. Е. К. Масловского. - М. : Мир, 1978. - 418 с. : ил. - 2.30., 1 экз.
3. Димов Эдуард Михайлович. Имитационное моделирование и оптимизация управления в сложных производственных системах. - Саратов : Изд-во Сарат. ун-та, 1983. - 164 с., 1 отд. л. схем : ил. - 1.50., 1 экз.
4. Акопов А. С. Имитационное моделирование : учебник и практикум / А. С. Акопов. - Москва : Юрайт, 2023. - 389 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-02528-6. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=841644&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Соболев Илья Меерович. Метод Монте-Карло. - 4-е изд., доп. и перераб. - М. : Наука, 1985. - 78 с. : ил. - (Популярные лекции по математике ; вып. 46). - 0.10., 2 экз.
2. Гаипов К. Э. Имитационное моделирование телекоммуникационных систем в среде GPSS-Studio : учебное пособие / Гаипов К. Э., Демичева А. А. - Красноярск : СибГУ им. академика М. Ф. Решетнёва, 2023. - 84 с. - Утверждено редакционно-издательским советом университета в качестве учебного пособия по части курса для студентов всех направлений подготовки всех форм обучения. - Книга из коллекции СибГУ им. академика М. Ф. Решетнёва - Инженерно-технические науки., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=895976&idb=0>.
3. Боев В. Д. Моделирование в среде AnyLogic : учебное пособие / В. Д. Боев. - Москва : Юрайт, 2023. - 298 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-02560-6. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=848242&idb=0>.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

<https://visualstudio.microsoft.com/>
<http://anaconda.com/>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами.

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/специальности 02.04.02 - Фундаментальная информатика и информационные технологии.

Автор(ы): Жуков Сергей Николаевич, кандидат физико-математических наук, доцент.

Заведующий кафедрой: Бакунов Михаил Иванович, доктор физико-математических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 18 декабря 2023 года, протокол № 09/23.