

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

**Институт информационных технологий, математики и механики**

---

**УТВЕРЖДЕНО**  
решением Ученого совета ННГУ  
протокол от  
30.11.2022г. №13

**Рабочая программа дисциплины**

**Имитационное динамическое моделирование**

---

Уровень высшего образования

**бакалавриат**

---

Направление подготовки

**09.03.03 Прикладная информатика**

---

Направленность образовательной программы

**Прикладная информатика в информационной сфере**

---

Форма обучения

**очная**

---

Нижегород

2022

## 1. Место и цели дисциплины (модуля) в структуре ОПОП

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

№ варианта	Место дисциплины в учебном плане образовательной программы	Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД
2	Блок 1. Дисциплины (модули) Часть, формируемая участниками образовательных отношений	Дисциплина Б1.В.ДВ.07.02 Имитационное динамическое моделирование относится к части ООП направления подготовки 09.03.03 Прикладная информатика, формируемой участниками образовательных отношений.

## 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**	
<i>ПК-6. Способен составлять технико-экономическое обоснование проектных решений и техническое задание на разработку ИС (ИИС)</i>	<i>ПК-6.1. Демонстрирует знание методик технико-экономического обоснования проектных решений, связанных с созданием ИС (ИИС).</i>	<i>Знать современные способы моделирования ИС и производственно-технологической деятельности; правовую базу применения информационных технологий с учетом информационной безопасности</i>	<i>Собеседование</i>
	<i>ПК-6.2. Демонстрирует умение выполнять технико-экономические расчеты при обосновании проектных решений, составлять техническую документацию на разработку ИС (ИИС).</i>	<i>Уметь применять современные средства реализации ИС в производственно-технологической деятельности; обрабатывать и анализировать информацию из разных источников, определять целевое назначение информационных систем, обосновывать выбор проектных решений; решать конкретные задачи из различных областей естествознания с учетом новых информационных технологий.</i>	<i>Лабораторная работа Контрольная работа</i>
	<i>ПК-6.3. Имеет практический</i>	<i>Владеть методами и механизмами</i>	<i>Лабораторная работа</i>

	<i>опыт технико-экономического обоснования конкретного проектного решения и представления технической документации на разработку ИС (ИИС).</i>	<i>применения и совершенствования современных способов реализации ИС в производственно-технологической деятельности; методами и механизмами мониторинга и оценки качества производственной деятельности, связанной с созданием и использованием информационных систем.</i>	
--	--	--	--

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1. Трудоемкость дисциплины

	очная форма обучения
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>3 ЗЕТ</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>108</b>
<b>в том числе</b>	
<b>контактная работа:</b>	<b>37</b>
- занятия лекционного типа	<b>18</b>
- занятия семинарского типа	<b>18</b>
- текущий контроль (КСР)	<b>1</b>
<b>самостоятельная работа</b>	<b>71</b>
<b>Промежуточная аттестация –зачет</b>	

#### 3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины,  форма промежуточной аттестации по дисциплине	Всего (часы)	в том числе				
		контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы				Самост. работа студента, часы
		из них				
Занятия лекционного типа	Лабораторные	Практические занятия	Всего контактных часов			
<b>Основные понятия и определения, используемые при построении ИДМ.</b> Диаграмма потоков и уровней: ее структура и назначение. Контур положительной обратной связи: аналитическое описание, изменения потоков и уровней. Система с отрицательной обратной связью: аналитическое и графическое описание, поведение во времени. Контур отрицательной обратной связи – поведение при возмущениях. Структура S-образного роста: описание и поведение во времени. Моделирование элементов запаздывания различных порядков.	23	4	4		8	15
<b>Процесс построения ИДМ систем управления</b> Динамические объекты в технике и рекуррентные	22	4	4		8	14

уравнения для их описания. Составление разностных уравнений, их соотношение с моделями на языке ДИНАМО. Построение динамических моделей технических объектов и их использование. Стандартные входные сигналы для ИДМ, их описание и использование. Передаточные функции динамических систем. Схемы переменных состояния. Расширенная переходная матрица системы, способы ее определения.						
<b>Роль ИДМ в решении социально-экономических и технических задач</b> Решение статических задач хозяйственной деятельности с помощью ИДМ. Использование ИДМ для решения ситуационных экономических задач, роль «спящих» алгоритмов. ИДМ взаимодействия природы и общества. Гипотезы, используемые при моделировании задач глобальной экономики. Формирование модели отношений природы и общества: положительных, отрицательных обратных связей, входных воздействий. Использование ИДМ взаимодействия природы и общества, пределы развития и их природа.	22	4	4		8	14
<b>Обратное моделирование</b> Уравнения, описывающие ИДМ при обратном моделировании систем с положительной обратной связью. Описание ИДМ при обратном моделировании систем с отрицательной обратной связью. Обратное моделирование: критерии устойчивости модели, их зависимости от шага моделирования	22	4	4		8	14
<b>Использование схем переменных состояния</b> Этапы применения схем переменных состояния для определения переходной матрицы системы. Способы построения схем переменных состояния. Назначение и сущность модального управления. Структура модального регулятора. Определение коэффициентов модального регулятора на основании передаточной функции объекта управления. Наблюдающие устройства и их использование в управлении.	18	2	2		4	14
Текущий контроль	1				1	
<b>Итоговая аттестация: зачет</b>						
Итого	108	18	18	0	37	71

Текущий контроль успеваемости реализуется в форме опросов на занятиях лабораторного типа.

Промежуточная аттестация проходит в традиционной форме (зачет ).

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

Самостоятельная работа студента заключается в ознакомлении с теоретическим материалом по учебникам, указанным в списке литературы, в выполнении лабораторных работ, подготовке ответов на вопросы самоконтроля.

##### Лабораторные занятия

Проводятся в компьютерном классе и имеют целью развития практических навыков идентификации структуры и параметров объектов и процессов предметных

областей, а также имитационного динамического моделирования прикладных и информационных процессов.

**ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ «Процесс построения ИДМ систем управления»**

1. Моделирование контура с положительной обратной связью.
2. Исследование контура с отрицательной обратной связью.
3. Исследование элементов запаздывания.
4. Системы управления с S-образной траекторией движения.

**ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ «Роль ИДМ в решении социально-экономических и технических задач»**

1. Имитационная динамическая модель взаимодействия природы и общества.
2. Имитационная динамическая модель передачи информации.
3. Исследование имитационной динамической модели передачи информации с памятью.
4. Исследование имитационной динамической модели ригидной системы передачи информации.

**ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ «Обратное моделирование»**

1. Обратное моделирование: критерии устойчивости модели, их зависимости от шага моделирования.

**ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ «Использование схем переменных состояния»**

1. Применение схем переменных состояния для определения переходной матрицы системы второго порядка с двумя входами.
2. Проектирование модального регулятора.
3. Проектирование наблюдающего устройства.

**5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине, включающий:**

**5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине**

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности 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 негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания но не в полном	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущест	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном

	отсутствия от ответа	грубые ошибки.	объеме.	объеме, но некоторые с недочетами.	недочетами.	весь объем выполнен, выполнены все задания в полном объеме.	объем без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом. 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	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

### Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	Превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно»
	Отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	Очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
	Хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «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», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
	Плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

## 5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

### 5.2.1. Контрольные вопросы

Разделы **Основные понятия и определения, используемые при построении ИДМ, Процесс построения ИДМ систем управления**

1. Основные понятия и определения, используемые при построении ИДМ.
2. Диаграмма потоков и уровней: ее структура и назначение.
3. Контур положительной обратной связи: аналитическое описание, изменения потоков и уровней.
4. Система с отрицательной обратной связью: аналитическое и графическое описание, поведение во времени.
5. Контур отрицательной обратной связи – поведение при возмущениях.
6. Структура S-образного роста: описание и поведение во времени.
7. Моделирование элементов запаздывания различных порядков.

**Разделы Роль ИДМ в решении социально-экономических и технических задач, Обратное моделирование, Процесс построения ИДМ систем управления**

1. Роль ИДМ в решении социально-экономических и технических задач.
2. Решение статических задач хозяйственной деятельности с помощью ИДМ.
3. Использование ИДМ для решения ситуационных экономических задач, роль «спящих» алгоритмов.
4. ИДМ взаимодействия природы и общества.
5. Гипотезы, используемые при моделировании задач глобальной экономики.
6. Формирование модели отношений природы и общества: положительных, отрицательных обратных связей, входных воздействий.
7. Использование ИДМ взаимодействия природы и общества, пределы развития и их природа.
8. Уравнения, описывающие ИДМ при обратном моделировании систем с положительной обратной связью.
9. Описание ИДМ при обратном моделировании систем с отрицательной обратной связью.
10. Обратное моделирование: критерии устойчивости модели, их зависимости от шага моделирования.
11. Процесс построения ИДМ систем управления.
12. Динамические объекты в технике и рекуррентные уравнения для их описания.
13. Составление разностных уравнений, их соотношение с моделями на языке ДИНАМО.
14. Построение динамических моделей технических объектов и их использование.
15. Стандартные входные сигналы для ИДМ, их описание и использование.
16. Передаточные функции динамических систем.
17. Схемы переменных состояния.
18. Расширенная переходная матрица системы, способы ее определения.
19. Использование схем переменных состояния для определения переходной матрицы системы.
20. Этапы применения схем переменных состояния для определения переходной матрицы системы.
21. Способы построения схем переменных состояния.
22. Назначение и сущность модального управления.
23. Структура модального регулятора.
24. Определение коэффициентов модального регулятора на основании передаточной функции объекта управления.
25. Наблюдающие устройства и их использование в управлении.

**5.2.2. Список лабораторных заданий**

**Раздел Процесс построения ИДМ систем управления**

По содержательному описанию задачи о поведении динамической системы составить математическую модель в форме дифференциальных уравнений, реализовать ее

в программном виде с использованием программ динамического моделирования, провести исследование траектории поведения модели при различных соотношениях ее параметров.

#### **Раздел Роль ИДМ в решении социально-экономических и технических задач**

По содержательному описанию задачи о составе социальной, экономической или информационной динамической системы с различными характеристиками запаздывания и инерционности построить систему дифференциальных уравнений и исследовать ее поведение, определить условия устойчивости.

#### **Раздел Обратное моделирование**

По заданной динамической модели некоторой системы построить программную модель, работающую в обратном времени и определить как достижимость результата функционирования исходной системы при определенных преподавателем начальных условиях и шаге дискретности.

#### **Раздел Процесс построения ИДМ систем управления**

Описать в пространстве состояний заданную преподавателем техническую систему и синтезировать систему управления определенного качества ею с модальным регулятором и наблюдающим устройством идентификации переменных состояния.

### **5.2.2. Типовые контрольные работы**

#### **Контрольная работа 1.**

##### **Вариант 1.**

Задача 1. Моделирование контура с положительной обратной связью.

Задача 2. Исследование контура с отрицательной обратной связью.

Задача 3. Исследование элементов запаздывания.

Задача 4. Системы управления с S-образной траекторией движения.

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

#### **«Имитационное динамическое моделирование»**

а) основная литература:

1. Шкундин, С.З. Теория информационных процессов и систем [Электронный ресурс] / Шкундин С.З., Берикашвили В.Ш. - М. : Горная книга, 2012. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785986722856.html>

б) дополнительная литература:

2. Емельянов, А.А. "Имитационное моделирование экономических процессов [Электронный ресурс]: учеб. пособие. / А.А. Емельянов, Е.А. Власова, Р.В. Дума; под ред. А.А. Емельянова. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Финансы и статистика, 2009." - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785279029471.html>
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: <http://e.lanbook.com/book/44371>
- 4.

### **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины «Имитационное динамическое моделирование»**

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

Помещения для самостоятельной и лабораторной 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 09.03.03 «Прикладная информатика».

Автор доцент \_\_\_\_\_ Плехов А.С.

Рецензент профессор \_\_\_\_\_ Федосенко Ю.С.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ М.Х.Прилуцкий

Программа одобрена на заседании методической комиссии института информационных технологий, математики и механики  
07.12.2022 протокол №4