

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет Ф – Рабочая программа дисциплины	Форма	
--	-------	--

УТВЕРЖДЕНО
решением Ученого совета факультета математики,
информационных и авиационных технологий
от «21» мая 2024 г., протокол №_5/24

Председатель _____ / М.А. Волков
«21» мая 2024 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина	Имитационное моделирование
Факультет	Факультет математики, информационных и авиационных технологий
Кафедра	Кафедра информационных технологий
Курс	3 - очная форма обучения

Направление (специальность): 02.03.03 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем

Направленность (профиль/специализация): Технология программирования

Форма обучения: очная

Дата введения в учебный процесс УлГУ: 01.09.2024 г.

Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № _____ от _____ 20__ г.

Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № _____ от _____ 20__ г.

Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № _____ от _____ 20__ г.

Сведения о разработчиках:

ФИО	КАФЕДРА	Должность, ученая степень, звание
Цыганова Юлия Владимировна	Кафедра информационных технологий	Профессор, Доктор физико-математических наук, Доцент

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цели освоения дисциплины:

Изучение основных понятий и методов построения и исследования математических моделей, систем и языков моделирования.

Задачи освоения дисциплины:

- выработка у студентов навыков использования систем компьютерного имитационного моделирования;
- обоснованного выбора методов и средств компьютерного имитационного моделирования;
- понимания процессов компьютерного имитационного моделирования;
- освоения методов построения математических и компьютерных моделей.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Имитационное моделирование» относится к числу дисциплин блока Б1.О, предназначенного для студентов, обучающихся по направлению: 02.03.03 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем.

В процессе изучения дисциплины формируются компетенции: ОПК-2, ОПК-3, ПК-5.

Основные положения дисциплины используются в дальнейшем при изучении таких дисциплин как: Проектная деятельность, Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена, Теория информации, Функциональный анализ, Теория систем и системный анализ, Математическая логика, Системы компьютерной математики, Технология программирования, Технологическая (проектно-технологическая) практика, Математический анализ, Алгебра и геометрия, Теория вероятностей, Информатика и программирование, Численные методы, Дифференциальные уравнения, Обнаружение вторжений и защита информации, Интеллектуальные системы и технологии, Методы машинного обучения, Компьютерная геометрия и графика, Системы принятия решений, Криптографические методы защиты информации, Преддипломная практика, Базы данных, Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы, Представление знаний, Методы и системы обработки больших данных, Графический дизайн, Управление стартапами в технологическом предпринимательстве, Операционные системы, Методы разработки программного обеспечения, Web-технологии.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Код и наименование реализуемой компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций
ОПК-2Способенприменятьсовременныйматематический аппарат, связанный с проектированием, разработкой, реализацией и оценкой качества программных продуктов	знать: современный математический аппарат, связанный с проектированием, разработкой, реализацией и оценкой

Код и наименование реализуемой компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций
и программных комплексов в различных областях человеческой деятельности	<p>качества программных продуктов и программных комплексов в различных областях человеческой деятельности.</p> <p>уметь: применять современный математический аппарат, связанный с проектированием, разработкой, реализацией и оценкой качества программных продуктов и программных комплексов в различных областях человеческой деятельности.</p> <p>владеть: навыками применения современного математического аппарата, связанного с проектированием, разработкой, реализацией и оценкой качества программных продуктов и программных комплексов в различных областях человеческой деятельности.</p>
ОПК-3 Способен понимать и применять современные информационные технологии, в том числе отечественные, при создании программных продуктов и программных комплексов различного назначения	<p>знать: современные информационные технологии, в том числе отечественные, при создании программных продуктов и программных комплексов различного назначения.</p> <p>уметь: применять современные информационные технологии, в том числе отечественные, при создании программных продуктов и программных комплексов различного назначения.</p> <p>владеть: навыками применения современных информационных технологий, в том числе отечественных, при создании программных продуктов и программных комплексов различного назначения.</p>
ПК-5 Способен использовать современные методы разработки и реализации конкретных алгоритмов математических моделей на базе языков программирования и пакетов прикладных программ моделирования	<p>знать: современные методы разработки и реализации конкретных алгоритмов математических моделей на базе языков программирования и пакетов прикладных программ моделирования.</p> <p>уметь: использовать современные методы разработки и реализации конкретных алгоритмов математических моделей на базе языков программирования и пакетов прикладных программ моделирования.</p> <p>владеть: навыками использования современных методов разработки и реализации конкретных алгоритмов математических моделей на базе языков программирования и пакетов прикладных программ моделирования.</p>

4. ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины в зачетных единицах (всего): 3 ЗЕТ

4.2. Объем дисциплины по видам учебной работы (в часах): 108 часов

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет Ф – Рабочая программа дисциплины	Форма	
--	-------	--

Форма обучения: очная

Вид учебной работы	Количество часов (форма обучения <u>очная</u>)	
	Всего по плану	В т.ч. по семестрам
		5
1	2	3
Контактная работа обучающихся с преподавателем в соответствии с УП	54	54
Аудиторные занятия:	54	54
Лекции	18	18
Семинары и практические занятия	18	18
Лабораторные работы, практикумы	18	18
Самостоятельная работа	54	54
Форма текущего контроля знаний и контроля самостоятельной работы: тестирование, контр. работа, коллоквиум, реферат и др. (не менее 2 видов)	Тестирование	Тестирование
Курсовая работа	-	-
Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет)	Зачёт	Зачёт
Всего часов по дисциплине	108	108

4.3. Содержание дисциплины. Распределение часов по темам и видам учебной работы

Форма обучения: очная

Название разделов и тем	Всего	Виды учебных занятий					Форма текущего контроля знаний
		Аудиторные занятия			Занятия в интерактивной форме	Самостоятельная работа	
		Лекции	Практические занятия, семинары	Лабораторные работы, практикумы			
1	2	3	4	5	6	7	8
Раздел 1. Математическое и компьютерное моделирование физико-технических процессов и систем.							
Тема 1.1. Модели объектов, процессов и явлений.	6	1	1	1	0	3	Тестирование
Тема 1.2. К	6	1	1	1	1	3	Тестирование

Название разделов и тем	Всего	Виды учебных занятий					Форма текущего контроля знаний	
		Аудиторные занятия			Занятия в интерактивной форме	Самостоятельная работа		
		Лекции	Практические занятия, семинары	Лабораторные работы, практикумы				
1	2	3	4	5	6	7	8	
классификация моделей.								ние
Тема 1.3. Понятие моделирования.	6	1	1	1	0	3		Тестирование
Тема 1.4. Цели моделирования.	6	1	1	1	1	3		Тестирование
Тема 1.5. Этапы моделирования.	6	1	1	1	0	3		Тестирование
Тема 1.6. Задачи моделирования.	6	1	1	1	1	3		Тестирование
Тема 1.7. Структура моделей.	6	1	1	1	1	3		Тестирование
Тема 1.8. Методы конструирования моделей.	6	1	1	1	0	3		Тестирование
Тема 1.9. Имитационное моделирование.	6	1	1	1	1	3		Тестирование
Тема 1.10. Компьютерное моделирование.	6	1	1	1	0	3		Тестирование
Тема 1.11. Статистическое моделирование.	6	1	1	1	1	3		Тестирование
Раздел 2. Математические и компьютерные модели линейных динамических систем.								
Тема 2.1. П	6	1	1	1	1	3		Тестирова

Название разделов и тем	Всего	Виды учебных занятий					Форма текущего контроля знаний
		Аудиторные занятия			Занятия в интерактивной форме	Самостоятельная работа	
		Лекции	Практические занятия, семинары	Лабораторные работы, практикумы			
1	2	3	4	5	6	7	8
реобразование Лапласа.							ние
Тема 2.2. Понятие линейной динамической системы.	6	1	1	1	0	3	Тестирование
Тема 2.3. Основные свойства линейной динамической системы.	6	1	1	1	1	3	Тестирование
Тема 2.4. Понятие передаточной функции.	6	1	1	1	0	3	Тестирование
Тема 2.5. Характеристики линейных динамических систем.	6	1	1	1	0	3	Тестирование
Тема 2.6. Модели в пространстве состояний.	6	1	1	1	1	3	Тестирование
Тема 2.7. Обобщенный анализ управляемости и наблюдаемости моделей.	6	1	1	1	0	3	Тестирование
Итого подлежит изучению	108	18	18	18	9	54	

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет Ф – Рабочая программа дисциплины	Форма	
--	-------	--

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Раздел 1. Математическое и компьютерное моделирование физико-технических процессов и систем.

Тема 1.1. Модели объектов, процессов и явлений.

Основные определения. Примеры моделей, процессов и явлений.

Тема 1.2. Классификация моделей.

Виды моделей. Классификация моделей.

Тема 1.3. Понятие моделирования.

Понятие моделирования. Существующие подходы к моделированию.

Тема 1.4. Цели моделирования.

Определение целей моделирования. Примеры.

Тема 1.5. Этапы моделирования.

Основные этапы моделирования.

Тема 1.6. Задачи моделирования.

Классификация задач моделирования.

Тема 1.7. Структура моделей.

Типы структур моделей.

Тема 1.8. Методы конструирования моделей.

Основные методы конструирования моделей.

Тема 1.9. Имитационное моделирование.

Понятие имитационного моделирования. Основные этапы имитационного моделирования.

Тема 1.10. Компьютерное моделирование.

Понятие компьютерного моделирования. Программные средства компьютерного моделирования.

Тема 1.11. Статистическое моделирование.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет Ф – Рабочая программа дисциплины	Форма	
--	-------	--

Понятие статистического моделирования. Метод Монте-Карло.

Раздел 2. Математические и компьютерные модели линейных динамических систем.

Тема 2.1. Преобразование Лапласа.

Понятие преобразования Лапласа. Основные свойства. Обратное преобразование Лапласа.

Тема 2.2. Понятие линейной динамической системы.

Определение линейной динамической системы через систему ДУ первого порядка. Пример.

Тема 2.3. Основные свойства линейной динамической системы.

Управляемость. Наблюдаемость. Устойчивость.

Тема 2.4. Понятие передаточной функции.

Передаточная функция ЛДС. Свойства передаточной функции.

Тема 2.5. Характеристики линейных динамических систем.

Переходная характеристика. Импульсная переходная характеристика. Амплитудочастотная характеристика. Фазочастотная характеристика.

Тема 2.6. Модели в пространстве состояний.

Пространство состояний. Вектор состояния. Модели в пространстве состояний: стандартная управляемая, стандартная наблюдаемая, каноническая.

Тема 2.7. Обобщенный анализ управляемости и наблюдаемости моделей.

Полная управляемость и наблюдаемость. Частичная управляемость и наблюдаемость. Разбиение вектора состояния.

6. ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ И СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ

Раздел 1. Математическое и компьютерное моделирование физико-технических процессов и систем.

Тема 1.1. Модели объектов, процессов и явлений.

Вопросы к теме:

Очная форма

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет Ф – Рабочая программа дисциплины	Форма	
--	-------	--

Модели нагревания/охлаждения.

Тема 1.2. Классификация моделей.

Вопросы к теме:

Очная форма

Модели нагревания/охлаждения.

Тема 1.3. Понятие моделирования.

Вопросы к теме:

Очная форма

Модели вытекания жидкости из резервуара.

Тема 1.4. Цели моделирования.

Вопросы к теме:

Очная форма

Цели моделирования на примере моделей вытекания жидкости из резервуара.

Тема 1.5. Этапы моделирования.

Вопросы к теме:

Очная форма

Модели эпидемий.

Тема 1.6. Задачи моделирования.

Вопросы к теме:

Очная форма

Решение задач моделирования на основе ДУ.

Тема 1.7. Структура моделей.

Вопросы к теме:

Очная форма

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет Ф – Рабочая программа дисциплины	Форма	
--	-------	--

Модели роста численности биологической популяции.

Тема 1.8. Методы конструирования моделей.

Вопросы к теме:

Очная форма

Модели движения без учета сопротивления среды.

Тема 1.9. Имитационное моделирование.

Вопросы к теме:

Очная форма

Решение задач моделирования на основе законов механики.

Тема 1.10. Компьютерное моделирование.

Вопросы к теме:

Очная форма

Модели движения с учетом сопротивления среды.

Тема 1.11. Статистическое моделирование.

Вопросы к теме:

Очная форма

Вычисление определенного интеграла методом Монте-Карло.

Раздел 2. Математические и компьютерные модели линейных динамических систем.

Тема 2.1. Преобразование Лапласа.

Вопросы к теме:

Очная форма

Решение задач с применением преобразования Лапласа.

Тема 2.2. Понятие линейной динамической системы.

Вопросы к теме:

Очная форма

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет Ф – Рабочая программа дисциплины	Форма	
--	-------	--

Построение ЛДС для моделей движения.

Тема 2.3. Основные свойства линейной динамической системы.

Вопросы к теме:

Очная форма

Методы проверки устойчивости ЛДС.

Тема 2.4. Понятие передаточной функции.

Вопросы к теме:

Очная форма

Вычисление передаточной функции ЛДС.

Тема 2.5. Характеристики линейных динамических систем.

Вопросы к теме:

Очная форма

Вычисление ПХ, ИПХ, АЧХ, ФЧХ.

Тема 2.6. Модели в пространстве состояний.

Вопросы к теме:

Очная форма

Решение задач на построение моделей в пространстве состояний.

Тема 2.7. Обобщенный анализ управляемости и наблюдаемости моделей.

Вопросы к теме:

Очная форма

Решение задач на проверку свойств полной управляемости и полной наблюдаемости.

7. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ, ПРАКТИКУМЫ

Лабораторная работа № 1. Освоение среды моделирования AnyLogic (AL).

Цели: Приобретение навыков работы в среде AL. Достижение цели обеспечивается решением

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет Ф – Рабочая программа дисциплины	Форма	
--	-------	--

полностью документированных примеров.

Содержание: Решение тренировочных заданий и выполнение контрольного задания.

Результаты: Имитационная модель в среде AL.

Ссылка: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/13470>

Лабораторная работа № 2. Ввод и решение в среде AL систем АДУ.

Цели: Освоение технологии приведения систем АДУ к нормальному виду и приобретение навыков их решения и анимации решений.

Содержание: Решение тренировочных заданий и выполнение контрольного задания.

Результаты: Имитационная модель в среде AL.

Ссылка: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/13470>

Лабораторная работа № 3. Разработка и исследование моделей непрерывных систем.

Цели: Освоение технологии построение моделей непрерывных систем и исследование их поведения в среде AL.

Содержание: Решение тренировочных заданий и выполнение контрольного задания.

Результаты: Имитационная модель в среде AL.

Ссылка: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/13470>

Лабораторная работа № 4. Идентификация моделей по экспериментальным данным.

Цели: Закрепление знаний и навыков по идентификации модели по экспериментальным данным, приобретение навыков работы с оптимизатором путем решения задач.

Содержание: Решение тренировочных заданий и выполнение контрольного задания.

Результаты: Результаты идентификации модели.

Ссылка: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/13470>

8. ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ, КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ, РЕФЕРАТОВ

Данный вид работы не предусмотрен УП.

9. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЗАЧЕТУ

1. Понятие модели и оригинала.
2. Модели объектов.
3. Модели процессов.
4. Модели явлений.
5. Природа моделей.
6. Типы моделей по области применения.
7. Типы моделей по фактору времени.
8. Типы моделей по характеру связей.



9. Типы моделей по структуре.
10. Игровые модели.
11. Понятие системы объектов.
12. Понятие модели системы.
13. Понятие моделирования.
14. Понятие математической модели.
15. Способы использования математических моделей.
16. Цели моделирования.
17. Этапы моделирования.
18. Общие требования, предъявляемые к модели.
19. Содержательное описание физической системы.
20. Аналитическое исследование моделируемой системы.
21. Качественное исследование моделируемой системы.
22. Классификация математических моделей.
23. Структура моделей.
24. Моделирование компонентов системы.
25. Прямая задача моделирования.
26. Обратная задача моделирования.
27. Задача идентификации.
28. Виды компонентов системы.
29. Методы конструирования математических моделей.
30. Аксиоматический метод.
31. Метод уравнений элементов.



32. Метод идентификации.
33. Этапы формирования математической модели.
34. Имитационные модели.
35. Понятие адекватности модели.
36. Имитационное моделирование.
37. Основные этапы имитационного моделирования.
38. Преимущества имитационного моделирования.
39. Компьютерные модели.
40. Процесс моделирования.
41. Исследование с помощью численных методов.
42. Метод статистического моделирования.
43. Понятие преобразования Лапласа.
44. Обратное преобразование Лапласа.
45. Свойство линейности.
46. Поведение изображения на бесконечности.
47. Теорема подобия.
48. Теорема запаздывания.
49. Теорема смещения.
50. Теорема о дифференцировании оригинала.
51. Теорема об интегрировании оригинала.
52. Теорема о дифференцировании изображения.
53. Теорема об интегрировании изображения.
54. Теорема умножения изображений.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет Ф – Рабочая программа дисциплины	Форма	
--	-------	--

55. Нахождение оригиналов по известному изображению.
56. Теорема о разложении.
57. Понятие линейной системы и ее основные свойства: суперпозиция и гомогенность.
58. Понятие динамической системы.
59. Задачи моделирования линейных динамических систем.
60. Основные свойства линейной динамической системы.
61. Понятие передаточной функции линейной динамической системы.
62. Вычисление передаточной функции по физической модели системы в пространстве состояний.
63. Характеристическое уравнение системы. Вычисление полюсов.
64. Характеристики линейных динамических систем во временной области.
65. Характеристики линейных динамических систем в частотной области.
66. Понятие вектора состояния системы.
67. Неединственность описания в пространстве состояний.
68. Стандартная управляемая модель. Теорема.
69. Стандартная наблюдаемая модель. Теорема.
70. Каноническая модель в случае простых корней характеристического уравнения.
71. Каноническая модель в случае кратных корней характеристического уравнения.
72. Каноническая модель в случае комплексно-сопряженных корней. Переход в вещественный базис.
73. Переход из любого базиса модели системы в канонический.
74. Общее решение линейного дифференциального уравнения состояния.
75. Управляемость линейной динамической системы.
76. Критерий управляемости линейной непрерывной системы.

77. Критерий управляемости линейной и инвариантной во времени непрерывной системы.
78. Критерий управляемости линейной дискретной системы.
79. Критерий управляемости линейной и инвариантной во времени дискретной системы.
80. Наблюдаемость линейной динамической системы.
81. Критерий наблюдаемости линейной непрерывной системы.
82. Критерий наблюдаемости линейной и инвариантной во времени непрерывной системы.
83. Критерий наблюдаемости линейной дискретной системы.
84. Критерий наблюдаемости линейной и инвариантной во времени дискретной системы.
85. Линеаризация нелинейных систем.
86. Обобщенный анализ управляемости и наблюдаемости системы.

10. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩИХСЯ

Содержание, требования, условия и порядок организации самостоятельной работы обучающихся с учетом формы обучения определяются в соответствии с «Положением об организации самостоятельной работы обучающихся», утвержденным Ученым советом УлГУ (протокол №8/268 от 26.03.2019г.).

По каждой форме обучения: очная/заочная/очно-заочная заполняется отдельная таблица

Форма обучения: очная

Название разделов и тем	Вид самостоятельной работы (проработка учебного материала, решение задач, реферат, доклад, контрольная работа, подготовка к сдаче зачета, экзамена и др).	Объем в часах	Форма контроля (проверка решения задач, реферата и др.)
Раздел 1. Математическое и компьютерное моделирование физико-технических процессов и систем.			
Тема 1.1. Модели объектов, процессов и явлений.	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины.	3	Тестирование

Название разделов и тем	Вид самостоятельной работы (проработка учебного материала, решение задач, реферат, доклад, контрольная работа, подготовка к сдаче зачета, экзамена и др).	Объем в часах	Форма контроля (проверка решения задач, реферата и др.)
Тема 1.2. Классификация моделей.	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины.	3	Тестирование
Тема 1.3. Понятие моделирования.	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины.	3	Тестирование
Тема 1.4. Цели моделирования.	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины.	3	Тестирование
Тема 1.5. Этапы моделирования.	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины.	3	Тестирование
Тема 1.6. Задачи моделирования.	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины.	3	Тестирование
Тема 1.7. Структура моделей.	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины.	3	Тестирование
Тема 1.8. Методы конструирования моделей.	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины.	3	Тестирование
Тема 1.9. Имитационное моделирование.	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины.	3	Тестирование
Тема 1.10. Компьютерное моделирование.	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины.	3	Тестирование

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет Ф – Рабочая программа дисциплины	Форма	
--	-------	--

Название разделов и тем	Вид самостоятельной работы (проработка учебного материала, решение задач, реферат, доклад, контрольная работа, подготовка к сдаче зачета, экзамена и др).	Объем в часах	Форма контроля (проверка решения задач, реферата и др.)
Тема 1.11. Статистическое моделирование.	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины.	3	Тестирование
Раздел 2. Математические и компьютерные модели линейных динамических систем.			
Тема 2.1. Преобразование Лапласа.	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины.	3	Тестирование
Тема 2.2. Понятие линейной динамической системы.	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины.	3	Тестирование
Тема 2.3. Основные свойства линейной динамической системы.	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины.	3	Тестирование
Тема 2.4. Понятие передаточной функции.	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины.	3	Тестирование
Тема 2.5. Характеристики линейных динамических систем.	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины.	3	Тестирование
Тема 2.6. Модели в пространстве состояний.	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины.	3	Тестирование
Тема 2.7. Обобщенный анализ управляемости и наблюдаемости моделей.	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины.	3	Тестирование

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет Ф – Рабочая программа дисциплины	Форма	
--	-------	--

а) Список рекомендуемой литературы

основная

1. Карпов Юрий Глебович. Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с Anylogic 5 / Ю.Г. Карпов. - Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2006. - 400 с. : ил. - Прилож.: CD-ROM. - ISBN 5-94157-148-8 (в пер.). / .— ISBN 1_149383
2. Боев Василий Дмитриевич. Имитационное моделирование систем : Учебное пособие Для прикладного бакалавриата / В.Д. Боев ; Боев В. Д. - Москва : Юрайт, 2019. - 253 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/438785> . - Режим доступа: Электронно-библиотечная система Юрайт, для авториз. пользователей. - Электрон. дан. - ISBN 978-5-534-04734-9 : 629.00. / .— ISBN 0_288247
3. Шелухин О.И. Моделирование информационных систем : учебное пособие / О.И. Шелухин ; Шелухин О.И. - Москва : Горячая линия - Телеком, 2012. - 516 с. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785991201933.html>. - Режим доступа: ЭБС "Консультант студента"; по подписке. - ISBN 978-5-9912-0193-3. / .— ISBN 0_242516

дополнительная

1. Лисяк В.В. Моделирование информационных систем : учебное пособие / В.В. Лисяк, Н.К. Лисяк ; Лисяк В.В.; Лисяк Н.К. - Москва : ЮФУ, 2018. - 88 с. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785927528813.html>. - Режим доступа: ЭБС "Консультант студента"; по подписке. - ISBN 978-5-9275-2881-3. / .— ISBN 0_254602
2. Зариковская Н. В. Математическое моделирование систем : учебное пособие / Н. В. Зариковская ; Зариковская Н. В. - Москва : ТУСУР, 2014. - 168 с. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции ТУСУР - Информатика. - <https://e.lanbook.com/book/110352>. - <https://e.lanbook.com/img/cover/book/110352.jpg>. - Режим доступа: ЭБС "Лань"; для авторизир. пользователей. / .— ISBN 0_366686
3. Советов Борис Яковлевич. Моделирование систем. Практикум : Учебное пособие для бакалавров / Б.Я. Советов, С.А. Яковлев ; Советов Б. Я., Яковлев С. А. - 4-е изд. ; пер. и доп. - Москва : Юрайт, 2019. - 295 с. - (Бакалавр. Академический курс). - URL: <https://urait.ru/bcode/425258> . - Режим доступа: Электронно-библиотечная система Юрайт, для авториз. пользователей. - Электрон. дан. - ISBN 978-5-9916-2857-0 : 699.00. / .— ISBN 0_297671
4. Эльберг, М. С. Имитационное моделирование : учебное пособие / М. С. Эльберг, Н. С. Цыганков ; М. С. Эльберг, Н. С. Цыганков. - Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2017. - 128 с. - Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. - Текст. - Гарантированный срок размещения в ЭБС до 16.05.2024 (автопродлонгация). - электронный. - Электрон. дан. (1 файл). - URL: <http://www.iprbookshop.ru/84350.html>. - Режим доступа: ЭБС IPR BOOKS; для авторизир. пользователей. - ISBN 978-5-7638-3648-6. / .— ISBN 0_148168

учебно-методическая

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет Ф – Рабочая программа дисциплины	Форма	
--	-------	--

1. Семушин Иннокентий Васильевич. Стохастические модели, оценки и управление : раздел: Детерминистские модели динамических систем: метод. пособие / И.В. Семушин, Ю. В. Цыганова ; УлГУ. - Ульяновск : УлГУ, 2007. - 58 с. - Библиогр.: с. 50. / .— ISBN 1_162400.

2. Кумунжиев Константин Васильевич. Теория систем и системный анализ : учеб. пособие. Ч.1-2 / К.В. Кумунжиев ; УлГУ. - Ульяновск : УлГУ, 2003. - 239 с. : рис. / .— ISBN 1_77395.

3. Цыганова Ю. В. Методические указания для самостоятельной работы студентов по дисциплине «Компьютерное моделирование» для студентов бакалавриата по направлениям 09.03.03 «Прикладная информатика», 02.03.03 «Математическое обеспечение и администрирование информационных систем» / Ю. В. Цыганова ; УлГУ, Фак. математики, информ. и авиац. технологий. - 2019. - Загл. с экрана. - Неопубликованный ресурс. - Электрон. текстовые дан. (1 файл : 1,03 МБ). - URL: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/7491>. - Режим доступа: ЭБС УлГУ. - Текст : электронный. / .— ISBN 0_40996.

4. Цыганова Ю. В. Методические указания для самостоятельной работы студентов по дисциплине «Имитационное моделирование» для студентов бакалавриата по направлениям 09.03.03 «Прикладная информатика», 02.03.03 «Математическое обеспечение и администрирование информационных систем», 09.03.02 «Информационные системы и технологии», 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» очной формы обучения / Ю. В. Цыганова. - 2022. - 38 с. - Неопубликованный ресурс. - URL: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/13470>. - Режим доступа: ЭБС УлГУ. - Текст : электронный. / .— ISBN 0_476090.

б) Программное обеспечение

- Операционная система "Альт образование"
- Офисный пакет "Мой офис"
- AnyLogic University Researcher
- Code::Blocks IDE
- Python IDLE
- Visual studio code

в) Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1. Электронно-библиотечные системы:

1.1. Цифровой образовательный ресурс IPRsmart : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Компания «Ай Пи Ар Медиа». - Саратов, [2024]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.2. Образовательная платформа ЮРАЙТ : образовательный ресурс, электронная библиотека : сайт / ООО Электронное издательство ЮРАЙТ. – Москва, [2024]. - URL: <https://urait.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.3. База данных «Электронная библиотека технического ВУЗа (ЭБС «Консультант студента») : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Политехресурс. – Москва, [2024]. – URL: <https://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет Ф – Рабочая программа дисциплины	Форма	
--	-------	--

1.4. Консультант врача. Электронная медицинская библиотека : база данных : сайт / ООО Высшая школа организации и управления здравоохранением-Комплексный медицинский консалтинг. – Москва, [2024]. – URL: <https://www.rosmedlib.ru>. – Режим доступа: для зарегистрированных пользователей. – Текст : электронный.

1.5. Большая медицинская библиотека : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Букап. – Томск, [2024]. – URL: <https://www.books-up.ru/ru/library/> . – Режим доступа: для зарегистрированных пользователей. – Текст : электронный.

1.6. ЭБС Лань : электронно-библиотечная система : сайт / ООО ЭБС Лань. – Санкт-Петербург, [2024]. – URL: <https://e.lanbook.com>. – Режим доступа: для зарегистрированных пользователей. – Текст : электронный.

1.7. ЭБС **Znanium.com** : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Знаниум. - Москва, [2024]. - URL: <http://znanium.com> . – Режим доступа : для зарегистрированных пользователей. - Текст : электронный.

2. КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: справочная правовая система. /ООО «Консультант Плюс» - Электрон. дан. - Москва : КонсультантПлюс, [2024].

3. eLIBRARY.RU: научная электронная библиотека : сайт / ООО «Научная Электронная Библиотека». – Москва, [2024]. – URL: <http://elibrary.ru>. – Режим доступа : для авторизованных пользователей. – Текст : электронный

4. Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» : электронная библиотека : сайт / ФГБУ РГБ. – Москва, [2024]. – URL: <https://нэб.рф>. – Режим доступа : для пользователей научной библиотеки. – Текст : электронный.

5. Российское образование : федеральный портал / учредитель ФГАУ «ФИЦТО». – URL: <http://www.edu.ru>. – Текст : электронный.

6. Электронная библиотечная система УлГУ : модуль «Электронная библиотека» АБИС Мега-ПРО / ООО «Дата Экспресс». – URL: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Web>. – Режим доступа : для пользователей научной библиотеки. – Текст : электронный.

12. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ:

Аудитории для проведения лекций, семинарских занятий, для выполнения лабораторных работ и практикумов, для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, курсового проектирования, групповых и индивидуальных консультаций (*выбрать необходимое*)

Аудитории укомплектованы специализированной мебелью, учебной доской. Аудитории для проведения лекций оборудованы мультимедийным оборудованием для представления информации большой аудитории. Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет Ф – Рабочая программа дисциплины	Форма	
--	-------	--

возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде, электронно-библиотечной системе. Перечень оборудования, используемого в учебном процессе:

- Мультимедийное оборудование: компьютер/ноутбук, экран, проектор/телевизор
- Компьютерная техника

13. СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

В случае необходимости, обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося) могут предлагаться одни из следующих вариантов восприятия информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей:

- для лиц с нарушениями зрения: в печатной форме увеличенным шрифтом; в форме электронного документа; в форме аудиофайла (перевод учебных материалов в аудиоформат); в печатной форме на языке Брайля; индивидуальные консультации с привлечением тифлосурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации;

- для лиц с нарушениями слуха: в печатной форме; в форме электронного документа; видеоматериалы с субтитрами; индивидуальные консультации с привлечением сурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации;

- для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в печатной форме; в форме электронного документа; в форме аудиофайла; индивидуальные задания и консультации.

В случае необходимости использования в учебном процессе частично/исключительно дистанционных образовательных технологий, организация работы ППС с обучающимися с ОВЗ и инвалидами предусматривается в электронной информационно-образовательной среде с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

Разработчик	Профессор Доктор физико-математических наук, Доцент	Цыганова Юлия Владимировна
	Должность, ученая степень, звание	ФИО