

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»

«Утверждаю»

Декан факультета ВМК МГУ
имени М.В. Ломоносова

академик РАН  Е.И. Моисеев



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Обратные задачи теории управления»

Уровень высшего образования – подготовка научно-педагогических кадров в аспирантуре

Направление подготовки – 01.06.01 «Математика и механика»

Направленность (профиль) – «Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление»
(01.01.02)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

1. НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Обратные задачи теории управления

2. УРОВЕНЬ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

Подготовка научно-педагогических кадров в аспирантуре.

3. НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ, НАПРАВЛЕННОСТЬ (ПРОФИЛЬ) ПОДГОТОВКИ

Направление подготовки – 01.06.01 «Математика и механика».

Направленность (профиль) – «Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление» (01.01.02)

4. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина относится к специальным дисциплинам вариативной части образовательной программы.

5. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательной программы:

Формируемые компетенции	Планируемые результаты обучения
Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1)	З1(ОПК-1) ЗНАТЬ: современные методы исследования и информационно-коммуникационных технологий в соответствующей профессиональной области У1(ОПК-1) УМЕТЬ: уметь самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий

<p>Владение современными методами построения и анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач, а также методами разработки и реализации алгоритмов их решения на основе фундаментальных знаний в области математики и информатики (ПК-1)</p>	<p>З1 (ПК-1) Знать: современные методы построения и анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач, а также современные методы разработки и реализации алгоритмов их решения У1 (ПК-1) Уметь: применять современные методы построения и анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач, а также современные методы разработки и реализации алгоритмов их решения В1 (ПК-1) Владеть: навыками оптимального выбора современных методов построения и анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач, а также современных методов разработки и реализации алгоритмов их решения</p>
<p>Способность строить математические модели для манипуляторов и мобильных роботов и решать типовые задачи управления для таких моделей (СПК-7)</p>	<p>З1(СПК-7) Знать: математические модели для манипуляторов и мобильных роботов У1(СПК-7) Уметь: решать типовые задачи управления для таких моделей В1(СПК-7) Владеть: Навыками построения математических моделей для манипуляторов и мобильных роботов и решения типовых задач управления для таких моделей</p>

6. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 3 зачетные единицы, всего 108 часов.

34 часа составляет контактная работа с преподавателем – 34 часов занятий лекционного типа, 0 часов занятий семинарского типа (семинары, научно-практические занятия, лабораторные работы и т.п.), 2 часа мероприятий текущего контроля успеваемости.

74 часа составляет самостоятельная работа учащегося.

7. ВХОДНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Учащиеся должны владеть знаниями по курсам математического анализа, алгебры, функционального анализа в объеме, соответствующем основным образовательным программам бакалавриата по укрупненным группам направлений и специальностей 01.00.00 «Математика и механика», 02.00.00 «Компьютерные и информационные науки».

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Процесс изложения учебного материала происходит классическим способом с использованием мела и доски.

9. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Курс представляет собой систематически изложенный новый метод решения задач обратной динамики, основанный на использовании математической модели рассматриваемой динамической системы и робастных методов стабилизации неопределенных систем по выходу. Наиболее полно эта теория излагается для линейных конечномерных стационарных скалярных и многомерных систем. Особое внимание уделено синтезу простейших инверторов, т.е. динамических систем наименьшего порядка, решающих задачу обращения.

The course is a systematically presented new method for solving inverse dynamics problems, based on the use of a mathematical model of the dynamical system under consideration and robust methods for stabilizing indefinite systems on output. This theory is most fully expounded for linear finite-dimensional stationary scalar and multidimensional systems. Particular attention is paid to the synthesis of the simplest inverters, i.e. dynamical systems of the smallest order solving the inversion problem.

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					Самостоятельная работа учащегося, часы			
		из них					из них			
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости: коллоквиумы, практические контрольные	Всего	Выполнение домашних заданий	Подготовка рефератов и т.п..	Всего

						занятия и др.				
<p>Тема 1. Скалярные линейные стационарные системы</p> <p>Системы с первым относительным порядком.</p> <p>Обращение систем с произвольным относительным порядком.</p> <p>Обращение систем с неустойчивой нулевой динамикой.</p> <p>Обращение систем при известной волновой модели.</p> <p>Обращение управляемых динамических систем.</p>	38	19	-	-	-	-	19	19	-	19
<p>Тема 2. Обращение линейных многомерных стационарных систем.</p>	12	6	-	-	-	-	6	6	-	6

<p>Нулевая динамика и относительный порядок для векторных систем.</p> <p>Обращение векторных систем по фазовому вектору.</p> <p>Обращение векторных систем по выходу.</p>										
<p>Тема 3. Минимальные инверторы.</p> <p>Минимальные инверторы при известном фазовом векторе.</p> <p>Функциональные наблюдатели.</p> <p>Минимальные функциональные наблюдатели.</p>	12	6	-	-	-	-	6	6	-	6
<p>Тема 4. Обращение нелинейных систем</p> <p>Обращение нелинейных систем по состоянию.</p> <p>Обращение нелинейных систем по выходу.</p>	10	5	-	-	-	-	5	5	-	5

Итоговая аттестация – Экзамен.	36	-	-	-	-	-	-	36	-	36
Итого	108						36	72		

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ УЧАЩИХСЯ

Самостоятельная работа учащихся состоит в изучении лекционного материала, учебно-методической литературы, подготовки к промежуточной аттестации.

11. РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Основная учебно-методическая литература

1. Ильин А.В., Коровин С.К., Фомичев В.В. Методы робастного обращения динамических систем. Москва. Физматлит. 2009. 224 с.
2. Коровин С.К., Фомичев В.В. Наблюдатели состояния для линейных систем с неопределенностью. Москва. Физматлит. 2007. 224 с.

Информационные технологии, используемые в процессе обучения

В процессе обучения могут использоваться пакеты прикладных программ Matlab, Maple.

Материально-техническая база:

Доска для мела, мел, тряпка х/б.

12. ЯЗЫК ПРЕПОДАВАНИЯ

Русский

13. РАЗРАБОТЧИК ПРОГРАММЫ

Разработчик – член-корреспондент РАН, д. ф.-м. н. А.В. Ильин

Оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине

Средства для оценивания планируемых результатов обучения, критерии и показатели оценивания приведены ниже.

РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ	КРИТЕРИИ и ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ из соответствующих карт компетенций					ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА
	1	2	3	4	5	
	Неудовлетворительно	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично	
УМЕТЬ: самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий У1 (ОПК-1)	Отсутствие умений	Частично освоенное умение самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	В целом успешное, но не систематическое умение самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	Успешное и систематическое умение самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	доклад на научном семинаре
ЗНАТЬ:	Отсутствие	Фрагментарные	В целом	Сформированные, но	Сформированные	Контрольные

современные методы исследования и информационно-коммуникационных технологий в соответствующей профессиональной области 31(ОПК-1)	знаний	представления современных методах исследования и информационно-коммуникационных технологий в соответствующей профессиональной области	сформированные, но неполные знания о современных методах исследования и информационно-коммуникационных технологий в соответствующей профессиональной области	содержащие отдельные пробелы знания о современных методах исследования и информационно-коммуникационных технологий в соответствующей профессиональной области	систематические знания о современных методах исследования и информационно-коммуникационных технологий в соответствующей профессиональной области	работы
ЗНАТЬ: современные методы построения и анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач, а также современные методы разработки и реализации алгоритмов их решения 31 (ПК-1)	Отсутствие знаний	Фрагментарные представления о современных методах построения и анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач, а также современных методах разработки и реализации алгоритмов их решения	В целом сформированные, но неполные знания о современных методах построения и анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач, а также современных методах разработки и реализации алгоритмов их решения	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания о современных методах построения и анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач, а также современных методах разработки и реализации алгоритмов их решения	Сформированные систематические знания о современных методах построения и анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач, а также современных методах разработки и реализации алгоритмов их решения	Устный экзамен
УМЕТЬ: применять современные методы построения и	Отсутствие умений	Фрагментарные умения применять современные методы построения и анализа математических моделей, возникающих	В целом успешное, но не систематическое умение применять современные методы построения и анализа	Успешное, но содержащее отдельные пробелы умение применять современные методы	Сформированное умение применять современные методы построения и анализа математических	Устный экзамен

анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач, а также современные методы разработки и реализации алгоритмов их решения У1 (ПК-1)		при решении естественнонаучных задач, а также современные методы разработки и реализации алгоритмов их решения	математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач, а также современные методы разработки и реализации алгоритмов их решения	построения и анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач, а также современные методы разработки и реализации алгоритмов их решения	моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач, а также современные методы разработки и реализации алгоритмов их решения	
ВЛАДЕТЬ: навыками оптимального выбора современных методов построения и анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач, а также современных методов разработки и реализации алгоритмов их решения В1 (ПК-1)	Отсутствие навыков	Фрагментарное владение навыками оптимального выбора современных методов построения и анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач, а также современных методов разработки и реализации алгоритмов их решения	В целом успешное, но не полное владение навыками оптимального выбора современных методов построения и анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач, а также современных методов разработки и реализации алгоритмов их решения	Успешное, но содержащее отдельные пробелы владение навыками оптимального выбора современных методов построения и анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач, а также современных методов разработки и реализации алгоритмов их решения	Сформированное владение навыками оптимального выбора современных методов построения и анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач, а также современных методов разработки и реализации алгоритмов их решения	Устный экзамен, контрольные работы

Знать: математические модели для манипуляторов и мобильных роботов З1(СПК-7)	Отсутствие знаний	Фрагментарные представления о математических моделях для манипуляторов и мобильных роботов	В целом сформированные, но неполные знания математических моделей для манипуляторов и мобильных роботов	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания о с математических моделях для манипуляторов и мобильных роботов	Сформированные систематические знания о математических моделях для манипуляторов и мобильных роботов	Устный экзамен
Уметь: решать типовые задачи управления для моделей манипуляторов и мобильных роботов У1(СПК-7)	Отсутствие умений	Фрагментарные умения решения типовых задач управления для моделей манипуляторов и мобильных роботов	В целом успешное, но не систематическое умение решения типовых задач управления для моделей манипуляторов и мобильных роботов	Успешное, но содержащее отдельные пробелы умение решения типовых задач управления для моделей манипуляторов и мобильных роботов	Сформированное умение решения типовых задач управления для моделей манипуляторов и мобильных роботов	Устный экзамен
Владеть: Навыками построения математических моделей для манипуляторов и мобильных роботов и решения типовых задач управления для таких моделей В1(СПК-7)	Отсутствие навыков	Фрагментарное владение навыками построения математических моделей для манипуляторов и мобильных роботов и решения типовых задач управления для таких моделей	В целом успешное, но не полное владение навыками построения математических моделей для манипуляторов и мобильных роботов и решения типовых задач управления для таких моделей	Успешное, но содержащее отдельные пробелы владение навыками построения математических моделей для манипуляторов и мобильных роботов и решения типовых задач управления для таких моделей	Сформированное владение навыками построения математических моделей для манипуляторов и мобильных роботов и решения типовых задач управления для таких моделей	Устный экзамен, контрольные работы

Фонды оценочных средств

Для текущего контроля успеваемости используется выдача учащимся заданий для самостоятельного решения, призванных закрепить понимание излагаемых в курсе идей и понятий. Промежуточная аттестация состоит из индивидуального собеседования - экзамена.

Темы вопросов для индивидуального собеседования.

СКАЛЯРНЫЕ ЛИНЕЙНЫЕ СТАЦИОНАРНЫЕ СИСТЕМЫ

1. Постановка задачи обращения.
2. Система с первым относительным порядком.
3. Простейший алгоритм инвертирования с использованием глубокой обратной связи.
4. Алгоритм инвертирования с разрывной обратной связью.
5. Неидеальности в релейном элементе.
6. Влияние ошибок измерения выхода на точность инвертирования.
7. Зависимость процедуры инвертирования от вариации параметров системы.
8. Обращение систем произвольного порядка
9. Инвертирование систем с максимальным относительным порядком.
10. Инвертирование системы с произвольным относительным порядком.
11. Обращение систем с неустойчивой нулевой динамикой.
12. Обращение при известной волновой модели.
13. Обращение управляемых систем.
14. Обращение по состоянию. Обращение по выходу.

ОБРАЩЕНИЕ ЛИНЕЙНЫХ МНОГОМЕРНЫХ СТАЦИОНАРНЫХ СИСТЕМ

15. Понятие нулевой динамики для линейных стационарных систем.
16. Скалярные системы.
17. Нулевая динамика и относительный порядок векторных систем
18. Канонические формы векторных систем, форма с выделением нулевой динамики.
19. Каноническое представление с выделением нулевой динамики.
20. Обращение векторных систем по фазовому вектору.
21. Наблюдатели для векторных систем в условиях неопределенности.
22. Наблюдатели для гипервыходных систем. Метод псевдовходов .
23. Наблюдатели для квадратных систем.

МИНИМАЛЬНЫЕ ИНВЕРТОРЫ

24. Постановка задачи.
25. Функциональные наблюдатели.
26. Минимальные функциональные наблюдатели.

27. Наблюдатели для систем с векторным выходом и векторные функционалы.

ОБРАЩЕНИЕ НЕЛИНЕЙНЫХ СИСТЕМ

28. Обращение нелинейных систем по состоянию.

29. Обращение нелинейных систем по выходу.

30. Обращение по выходу скалярных нелинейных систем с единичным относительным порядком.