

Т Е О Р И Я   У П Р А В Л Е Н И Я

---

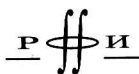
А. В. ИЛЬИН, С. К. КОРОВИН  
В. В. ФОМИЧЕВ

МЕТОДЫ  
РОБАСТНОГО ОБРАЩЕНИЯ  
ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ



МОСКВА  
ФИЗМАТЛИТ®  
2009

УДК 517.926  
ББК 22.16  
И 46



*Издание осуществлено при поддержке  
Российского фонда фундаментальных  
исследований по проекту 09-07-07031*

Ильин А. В., Коровин С. К., Фомичев В. В. **Методы робастного обращения динамических систем.** — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. — 224 с. — ISBN 978-5-9221-1171-3.

В монографии систематически изложен 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 многосвязных систем. Показано, что при таком подходе центральная роль отводится нулевой динамике исходной системы, которая, когда она существует, предполагается экспоненциально устойчивой. Установлено, что в многосвязных системах нулевая динамика, относительный порядок и соответствующие уравнения движения не определяются однозначно и для корректного решения задачи обращения приходится вводить дополнительные предположения, вообще говоря, ограничивающие класс инвертируемых систем. Специальное внимание уделено синтезу простейших инверторов, т.е. динамических систем наименьшего порядка, решающих задачу обращения. Установлено также, что разработанные методы обращения сохраняют работоспособность при конечных вариациях параметров исходной задачи и при воздействии неконтролируемых внешних возмущений, не влияющих непосредственно на внутреннюю динамику системы.

Для специалистов в области теории управления и ее приложений, а также аспирантов и студентов, специализирующихся в указанном направлении.

ISBN 978-5-9221-1171-3

© ФИЗМАТЛИТ, 2009

© А. В. Ильин, С. К. Коровин,  
В. В. Фомичев, 2009

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие . . . . .	5
Введение . . . . .	7
<b>Глава 1. Скалярные линейные стационарные системы.</b> . . . . .	<b>12</b>
§ 1. Система с первым относительным порядком . . . . .	12
1.1. Постановка задачи обращения. Простейший алгоритм инвертирования с использованием глубокой обратной связи (12).	
1.2. Алгоритм инвертирования с разрывной обратной связью (16).	
1.3. Неидеальности в релейном элементе (20). 1.4. О влиянии ошибок измерения выхода на точность инвертирования (24).	
1.5. Зависимость процедуры инвертирования от вариации параметров системы (27).	
§ 2. Обращение систем с произвольным относительным порядком . . . . .	29
2.1. Инвертирование систем с максимальным относительным порядком (29). 2.2. Инвертирование системы с произвольным относительным порядком (34).	
§ 3. Обращение систем с неустойчивой нулевой динамикой. . . . .	38
§ 4. Обращение систем при известной волновой модели . . . . .	43
§ 5. Обращение управляемых систем. . . . .	48
5.1. Постановка задачи (48). 5.2. Обращение по состоянию (50).	
5.3. Обращение по выходу (52).	
<b>Глава 2. Обращение линейных многомерных стационарных систем</b> . . . . .	<b>60</b>
§ 1. Вспомогательные утверждения . . . . .	61
1.1. Понятие нулевой динамики для линейных стационарных систем (61). 1.2. Скалярные системы (62). 1.3. Нулевая динамика и относительный порядок векторных систем (67). 1.4. Канонические формы векторных систем, форма с выделением нулевой динамики (82). 1.5. Каноническое представление с выделением нулевой динамики (87).	
§ 2. Обращение векторных систем по фазовому вектору . . . . .	92
§ 3. Наблюдатели для векторных систем в условиях неопределенности . . . . .	96
3.1. Наблюдатели для гипервыходных систем (96). 3.2. Метод псевдовходов (101). 3.3. Наблюдатели для квадратных систем (107).	

Глава 3. Минимальные инверторы . . . . .	114
§ 1. Минимальные инверторы при известном фазовом векторе. Постановка задачи . . . . .	114
§ 2. Функциональные наблюдатели . . . . .	118
§ 3. Минимальные функциональные наблюдатели . . . . .	130
Глава 4. Обращение нелинейных систем . . . . .	188
§ 1. Обращение нелинейных систем по состоянию . . . . .	188
§ 2. Обращение нелинейных систем по выходу . . . . .	208
Заключение . . . . .	215
Список литературы . . . . .	218
Предметный указатель . . . . .	223