

В.И. Воротников, В.В. Румянцев

**Устойчивость и управление  
по части координат  
фазового вектора  
динамических систем:  
теория, методы и приложения**



НАУЧНЫЙ МИР

В.И.Воротников, В.В.Румянцев

**Устойчивость и управление по части  
координат фазового вектора  
динамических систем:  
теория, методы и приложения**

*Допущено Министерством образования Российской Федерации  
в качестве учебного пособия для студентов вузов,  
обучающихся по специальностям и направлениям  
в области прикладной математики,  
механики и теории автоматического управления*

МОСКВА  
НАУЧНЫЙ МИР  
2001

**УДК 531.36 62-50**  
**ББК 22.21**

Рецензенты: кафедра теоретической механики Уральского государственного университета (зав. кафедрой проф. Прокопьев В.П.);  
проф. Карапетян А.В.

**В 75**

**Воротников В.И., Румянцев В.В. УСТОЙЧИВОСТЬ И УПРАВЛЕНИЕ ПО ЧАСТИ КООРДИНАТ ФАЗОВОГО ВЕКТОРА ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ: теория, методы и приложения.** – М.: Научный мир, 2001. – 320 с.

**ISBN 5-89176-154-8**

Проблемы устойчивости и стабилизации по отношению к части переменных – части координат фазового вектора динамических систем, а также управления по части переменных (включая игровые задачи управления по части переменных в условиях неопределенности или конфликта), являются междисциплинарными и естественным образом возникают в приложениях. Теория и методы исследования таких задач за последние годы получили существенное развитие.

В книге сделана попытка систематизации проведенных исследований и осмысления накопленного в данной области научного потенциала. Значительное внимание уделяется приложениям теории к решению прикладных нелинейных задач устойчивости, стабилизации и управления по части переменных из различных областей науки и техники, а также к решению нелинейных задач устойчивости по всем переменным и построению робастных законов управления нелинейными системами в условиях неопределенности.

Книга написана в доступной, но в то же время достаточно строгой форме: приводится обширная библиография работ в рассматриваемой области.

Потенциальный круг читателей достаточно широк: научные работники, преподаватели, инженеры, студенты и все, кто интересуется современной прикладной математикой.

Рис. 78. Табл. 10. Библ. 601.

**УДК 531.36 62-50**  
**ББК 22.21**

**Vorotnikov V.I., Rumyantsev V.V. STABILITY AND CONTROL WITH RESPECT TO A PART OF THE PHASE COORDINATES OF DYNAMIC SYSTEMS: Theory, Methods and Applications.** Moscow: Scientific World, 2001. 320p.

The text-book provides a unified treatment of the theory and methods of solving the problems of stability, stabilization and control with respect to a part of the phase coordinates in dynamic systems, which are described by ordinary differential equations (including delay, stochastic and uncertain systems). Such problems are also often referred to as partial stability, partial stabilization and partial control ones. Many examples from science and engineering are considered.

This book will be useful for advanced graduates, university lecturers and professionals in applied mathematics, mechanics and control.



Публикуется при финансовой поддержке Российского Фонда  
Фундаментальных Исследований (проект № 00-01-14034).

**ISBN 5-89176-154-8**

© Научный мир  
© Воротников В.И., Румянцев В.В.

---

## ОГЛАВЛЕНИЕ

|   |            |
|---|------------|
| ПРЕДИСЛОВИЕ.....  | 5          |
| СПИСОК ОСНОВНЫХ СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ.....   | 7          |
| ВВЕДЕНИЕ.....   | 9          |
| <b>ГЛАВА 1. Постановка задач устойчивости (стабилизации) и управления по части переменных. Этапы и направления исследований.....</b>  | <b>17</b>  |
| 1.1. Общие ситуации и конкретные проблемы, приводящие к исследованию задач устойчивости и стабилизации по части переменных.....   | 17         |
| 1.2. Постановка задач устойчивости по части переменных.....   | 42         |
| 1.3. Постановка задач стабилизации по части переменных.....   | 50         |
| 1.4. Этапы и направления исследований задач устойчивости (стабилизации) по части переменных.....  | 54         |
| 1.5. Задачи управления по части переменных.....   | 60         |
| 1.6. Дополнительные замечания и комментарии.....  | 65         |
| <b>ГЛАВА 2. Теория и методы исследования задач устойчивости (стабилизации) и управления по части переменных.....</b>  | <b>67</b>  |
| 2.1. Метод функций Ляпунова в задаче устойчивости по части переменных. Построение функций Ляпунова.....   | 67         |
| 2.2. Устойчивость по части переменных линейных систем, по линейному приближению и в критических случаях.....  | 97         |
| 2.3. Особенности задач устойчивости по части переменных.....  | 119        |
| 2.4. Методы исследования задач стабилизации по части переменных.....  | 126        |
| 2.5. Методы исследования задач управления по части переменных.....  | 137        |
| 2.6. Использование методов исследования задач устойчивости (стабилизации) и управления по части переменных для решения задач устойчивости (стабилизации) и управления по всем переменным..... | 146        |
| 2.7. Теория устойчивости по части переменных и проблема координатной синхронизации динамических систем.....   | 158        |
| 2.8. Дополнительные замечания и комментарии.....  | 165        |
| <b>ГЛАВА 3. Приложения к задачам устойчивости (стабилизации) и управления движением механических систем.....</b>  | <b>167</b> |
| 3.1. Устойчивость и стабилизация по части переменных механических систем с конечным числом степеней свободы.....  | 167        |

|  |            |
|--|------------|
| 3.2. Стабилизация и частичная стабилизация стационарных движений<br>твердого тела посредством вращающихся масс .....                                 | 176        |
| 3.3. Устойчивость движения твердых тел с полостями, наполненными<br>жидкостью .....  | 181        |
| 3.4. Устойчивость движения упругих тел с полостями, наполненными<br>жидкостью .....  | 190        |
| 3.5. Задача "прохождения" асимметричным твердым телом заданной<br>ориентации в пространстве .....  | 196        |
| 3.6. Дополнительные замечания и комментарии.....   | 201        |
| <b>ГЛАВА 4. Приложения к нелинейным игровым задачам переориентации<br/>асимметричного твердого тела в условиях неопределенности ..</b>               | <b>203</b> |
| 4.1. Метод нелинейных преобразований в игровых задачах<br>переориентации асимметричного твердого тела.....   | 203        |
| 4.2. Гарантированная трехосная переориентация асимметричного<br>твердого тела при неконтролируемых помехах (1-й метод решения) ..                    | 208        |
| 4.3. Гарантированная трехосная переориентация асимметричного<br>твердого тела при неконтролируемых помехах (2-й метод решения) ..                    | 223        |
| 4.4. Гарантированная трехосная переориентация асимметричного<br>твердого тела при неконтролируемых помехах и неопределенных<br>параметрах .....      | 229        |
| 4.5. Нелинейная игровая задача "прохождения" асимметричным<br>твердым телом заданной ориентации в пространстве .....                                 | 238        |
| 4.6. Дополнительные замечания и комментарии.....   | 247        |
| <b>ГЛАВА 5. Устойчивость (стабилизация) и управление по части<br/>переменных для функционально-дифференциальных<br/>и стохастических систем.....</b> | <b>249</b> |
| 5.1. Постановка задачи устойчивости по части переменных<br>для функционально-дифференциальных систем .....   | 249        |
| 5.2. Методы исследования задач устойчивости и стабилизации<br>по части переменных функционально-дифференциальных систем.....                         | 252        |
| 5.3. Постановка задачи устойчивости по части переменных для<br>стохастических систем .....   | 264        |
| 5.4. Методы исследования задач устойчивости и стабилизации по<br>части переменных стохастических систем .....  | 266        |
| 5.5. Дополнительные замечания и комментарии.....   | 271        |
| <b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....</b>  | <b>273</b> |
| <b>ЛИТЕРАТУРА .....</b>  | <b>277</b> |
| <b>ИМЕННОЙ И ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛИ.....</b>   | <b>311</b> |