

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РФ  
АЛТАЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

В.М. Патудин, А.М. Сагалаков, А.Ю. Юдинцев

**ТИРИНГ-НЕУСТОЙЧИВОСТЬ**

Издательство Алтайского государственного университета  
Барнаул – 2001

УДК 532.4

П 20

Рецензент:

доктор физико-математических наук Г.А.Кузьмин

**П 20 Патудин В.М., Сагалаков А.М., Юдинцев А.Ю. Тиринг-неустойчивость:**  
Монография. Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2001. 160 с.

Монография посвящена исследованию разрывной неустойчивости, которая играет фундаментальную роль во многих физических процессах в плазме. Тиринг-неустойчивость рассматривается в МГД-приближении. Используется аналогия между задачами диссипативной гидромагнитной устойчивости плазмы и задачами устойчивости параллельных течений вязкой жидкости. Осуществлен простой переход от задач гидродинамической устойчивости параллельных течений вязкой жидкости к задачам о возбуждении тиринг-неустойчивости. Рассмотрена тиринг-неустойчивость в плоской и цилиндрической геометрии. Особое внимание уделено следующим вопросам: область применимости стандартной асимптотической теории, поведение инкрементов при «умеренных» магнитных числах Рейнольдса, зависимость скейлинга для инкремента от положения резонансной поверхности, влияние ионной вязкости, влияние эффектов неоднородностей, конвекции проводимости. Проанализировано нарастание тиринг-моды при наличии двух резонансных поверхностей. Рассмотрена бифуркация равновесия плазменного цилиндра в конвективное винтовое течение. Установлена возможность жесткого режима возбуждения винтового течения.

Монография предназначена для студентов, аспирантов и специалистов, работающих в области магнитной гидродинамики, физики плазмы и астрофизики.

**Монография издана при поддержке Программы  
«Интеграция», проект 2.1 – 252 «Учебно-научный центр  
РАН и МО НИИ экологического мониторинга при  
Алтайском государственном университете»**

ISBN 5–7904–0178–3

© В.М.Патудин, А.М.Сагалаков, А.Ю.Юдинцев, 2001  
© Алтайский государственный университет, 2001

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>ПРЕДИСЛОВИЕ</b> . . . . .	5
<b>Глава I. ИСХОДНЫЕ УРАВНЕНИЯ, КРИТЕРИИ ПОДОБИЯ И ГРАНИЧНЫЕ УСЛОВИЯ</b> . . . . .	7
1. Токовые слои и тиринг-неустойчивость в плазме . . . . .	7
2. Основная система уравнений для анализа линейной гидромагнитной диссипативной неустойчивости плазмы . . . . .	12
3. Безразмерная форма системы уравнений Кадомцева-Погуце. Критерии подобия и физические модели . . . . .	20
4. Граничные условия . . . . .	29
5. Плоский случай . . . . .	33
6. Система уравнений для малых возмущений с учетом эффекта сжимаемости . . . . .	39
<b>Глава II. ТИРИНГ-НЕУСТОЙЧИВОСТЬ ПЛОСКОГО ТОКОВОГО СЛОЯ И ПЛАЗМЕННОГО ЦИЛИНДРА</b> . . . . .	54
1. Интегральное соотношение теории тиринг-моды . . . . .	54
2. Метод сращиваемых асимптотических разложений . . . . .	58
3. Нарастание прямых возмущений плоского токового слоя . . . . .	64
4. Нарастание наклонных возмущений плоского токового слоя . . . . .	73
5. Эффекты конечной ионной вязкости . . . . .	78
6. Нарастание винтовых мод в плазменном цилиндре . . . . .	86
7. О нарастании тиринг-моды при наличии двух резонансных поверхностей . . . . .	96
8. Влияние эффекта сжимаемости плазмы на нарастание винтовых мод . . . . .	109
<b>Глава III. БИФУРКАЦИИ РАВНОВЕСИЯ ПЛАЗМЕННОГО ЦИЛИНДРА</b> . . . . .	115
1. Критерий режима бифуркации плазменного цилиндра . . . . .	115
2. Режимы бифуркации равновесия плазменного цилиндра . . . . .	121
<b>ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЕ ЗАМЕЧАНИЯ</b> . . . . .	134
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ</b>	
<b>МЕТОДЫ ЧИСЛЕННОГО АНАЛИЗА ТИРИНГ-НЕУСТОЙЧИВОСТИ</b> . . . . .	136
1. О методе дифференциальной прогонки . . . . .	136
2. Схема дифференциальной прогонки для задачи о нарастании тиринг-моды в плазменном цилиндре . . . . .	137
3. Схемы прогонки для решения линейных задач устойчивости МГД-течений . . . . .	141
4. О вычислениях со сменой прогоночных соотношений . . . . .	144
5. Численный метод решения задачи о бифуркациях равновесия плазменного цилиндра . . . . .	145
<b>ЛИТЕРАТУРА</b> . . . . .	149

*Научное издание*

Виктор Михайлович Патудин,  
Анатолий Михайлович Сагалаков,  
Алексей Юрьевич Юдинцев

**ТИРИНГ-НЕУСТОЙЧИВОСТЬ**

*Монография*

Публикуется в авторской редакции

ЛР 020261 от 14.01.97г.

н/к

Подписано в печать 22.02.2001 г. Формат 84х108/32. Бумага типографская.

Печать офсетная. Усл. печ. л. 4,3. Тираж 250. Заказ 63.

Типография Алтайского государственного университета:

656099, Барнаул, Димитрова, 66