

С. П. Баутин, С. Л. Дерябин,  
А. В. Мезенцев, Н. П. Чуев

**НАЧАЛЬНО-КРАЕВЫЕ ЗАДАЧИ  
ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ДВИЖЕНИЯ  
СПЛОШНОЙ СРЕДЫ  
С ОСОБЕННОСТЯМИ  
НА СВОБОДНОЙ ГРАНИЦЕ**

Новосибирск  
«Наука»



Екатеринбург  
УрГУПС



**С. П. БАУТИН, С. Л. ДЕРЯБИН,  
А. В. МЕЗЕНЦЕВ, Н. П. ЧУЕВ**

**НАЧАЛЬНО-КРАЕВЫЕ ЗАДАЧИ  
ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ДВИЖЕНИЯ  
СПЛОШНОЙ СРЕДЫ  
С ОСОБЕННОСТЯМИ  
НА СВОБОДНОЙ ГРАНИЦЕ**



**НОВОСИБИРСК  
«Наука»  
2015**



**ЕКАТЕРИНБУРГ  
УрГУПС  
2015**

УДК 519.63+533.6  
ББК 22.193  
Б29

**Баутин, С. П.**

**Б29** Начально-краевые задачи для моделирования движения сплошной среды с особенностями на свободной границе : монография / С. П. Баутин, С. Л. Дерябин, А. В. Мезенцев, Н. П. Чуев. — Новосибирск : Наука ; Екатеринбург : УрГУПС, 2015. — 191, [1] с.

ISBN 978-5-94614-333-2

В монографии рассмотрены начально-краевые задачи и их решения, возникающие при моделировании движения различных сплошных сред с особенностями на искомым свободных границах. Исследованы специальные характеристические задачи Коши для системы уравнений газовой динамики, построены их решения и определены законы движения свободной границы «газ—вакуум» в условиях действия различных сил. Для классических моделей мелкой воды решены начально-краевые задачи с неизвестной свободной границей «вода—суша», описывающие выход волны на берег. Для системы уравнений Грина—Нагди доказано существование и единственность решений специальных характеристических задач Коши. Моделирование движения жидкости проведено также с использованием системы уравнений газовой динамики с показателем политропы 7. Смоделировано обрушение поверхностной волны под воздействием ветровой нагрузки. Монография предназначена читателям, интересующимся аналитическими и численными методами решения нелинейных уравнений с частными производными и их приложениями в газовой динамике.

Табл. 5. Ил. 68. Библиогр.: 70 назв.

УДК 519.63+533.6  
ББК 22.193

Рецензенты:

*А. О. Иванов, профессор, д-р физ.-мат. наук, УрФУ*

*С. С. Титов, профессор, д-р физ.-мат. наук, УрГУПС*

*Г. С. Хакимзянов, профессор, д-р физ.-мат. наук, ИВТ СО РАН*

Исследование поддержано РФФИ, проекты 08-01-00052, 11-01-00198.

ISBN 978-5-94614-333-2

© Баутин С. П., Дерябин С. П.,

Мезенцев А. В., Чуев П. П., 2015

© Оформление. Уральский государственный университет путей сообщения (УрГУПС), 2015

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>ПРЕДИСЛОВИЕ</b> .....	4
<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	6
<b>Глава I. ИСТЕЧЕНИЕ ГАЗА В ВАКУУМ</b> .....	13
§ 1. Одномерное истечение в вакуум нормального газа, гравитирующего по Ньютону.....	13
§ 2. Трехмерное истечение в вакуум политропного газа в условиях действия внешних массовых сил общего вида.....	33
§ 3. Закрученные течения газа в окрестности границы «газ–вакуум» в условиях действия сил тяготения и Кориолиса.....	47
§ 4. Исследование движения границы «газ–вакуум» у восходящего закрученного потока.....	83
<b>Глава II. ТЕЧЕНИЯ МЕЛКОЙ ВОДЫ ПРИ ВЫХОДЕ ВОЛНЫ НА БЕРЕГ</b> .....	95
§ 5. Построение одномерных решений уравнений мелкой воды в окрестности границы «вода–суша».....	95
§ 6. Двумерные решения уравнений мелкой воды при выходе волны на берег.....	117
§ 7. Теоремы существования и единственности для нелинейно-дисперсионных уравнений Грина–Нагди.....	134
<b>Глава III. ОПИСАНИЕ ВОЛН ЖИДКОСТИ В МОДЕЛИ СЖИМАЕМОЙ СПЛОШНОЙ СРЕДЫ</b> .....	147
§ 8. Волны жидкости со свободной границей «вода–воздух» .....	147
§ 9. Численное моделирование обрушения волны под воздействием ветровой нагрузки.....	163
§ 10. Волны жидкости с контактным разрывом на границе «вода–воздух».....	175
<b>БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК</b> .....	182
<b>СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ</b> .....	190