

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
АЛТАЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

А.А. Папин, А.Н. Сибин, К.А. Шишмарев

**МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ
ТАЮЩЕГО СНЕЖНО-ЛЕДОВОГО ПОКРОВА
И ПРОТАИВАЮЩИХ ГРУНТОВ**

Учебное пособие



Барнаул

Издательство
Алтайского государственного
университета
2016

УДК 517.95 + 532.546 + 532.582
П173

Рецензент:

доктор физико-математических наук, профессор *О.Н. Гончарова*

П173 Папин А.А.

Математические модели тающего снежно-ледового покрова и протаивающих грунтов : учебное пособие / Папин А.А., Сибин А.Н., Шишмарев К.А. — Барнаул : Изд-во Алт. ун-та, 2016. — 96 с.
ISBN 978-5-7904-2141-9

Учебное пособие посвящено математическим вопросам динамики тающего снежно-ледового покрова и протаивающих (промерзающих) грунтов. Рассматриваются задачи о совместном движении воды и воздуха в тающем снеге с учетом фазовых переходов и деформации льда, о распределении водного стока тающего снега между грунтовыми и поверхностными водами, а также задачи внутренней эрозии грунта. Пособие будет полезно для студентов, аспирантов и специалистов, интересующихся теорией дифференциальных уравнений и их приложениями в механике сплошной среды.

УДК 517.95 + 532.546 + 532.582

ISBN 978-5-7904-2141-9

© Папин А.А., Сибин А.Н.,
Шишмарев К.А., 2016
© Оформление. Издательство
Алтайского государственного
университета, 2016

Оглавление

Введение	3
1 Тепломассоперенос в тающем снежно-ледовом покрове	4
1 Модель пороуругой среды	5
1.1 Движение воды и воздуха в тающем снеге	11
1.2 Численное решение двумерной задачи о снеготаянии	30
2 Алгоритм численного решения задачи о переносе консервативных солей в тающем снеге	35
2.1 Автомодельное решение	37
2.2 Аналитическое и численное решение двумерной задачи солепереноса на заданном поле скоростей и насыщенности водной фазы . . .	38
2 Аналитическое и численное исследование задачи взаимодействия мерзлого грунта с грунтовыми водами	46
1 Вспомогательные сведения	48
1.1 Функциональные пространства	48
1.2 Специальные неравенства и теорема вложения . . .	51
1.3 Упругие мерзлые породы	52
1.4 Фазовый переход	55
1.5 Постановка задачи изотермической внутренней эрозии грунта	55
1.6 Суффозионный поток	59
1.7 Автомодельный случай	61
1.8 Обрушение суффозионной полости	63
1.9 Численное исследование профильной задачи внутренней эрозии в межмерзлотном водоносном слое .	64

1.10	Численное решение одномерной задачи внутренней суффозии грунта	69
2	Разрешимость первой краевой задачи для одномерных уравнений внутренней эрозии	73
2.1	Постановка задачи и формулировка основного результата	73
2.2	Разрешимость задачи	76
	Библиографический список	88

Учебное издание

**А.А. Папин
А.Н. Сибин
К.А. Шишмарев**

**МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ
ТАЮЩЕГО СНЕЖНО-ЛЕДОВОГО ПОКРОВА
И ПРОТАИВАЮЩИХ ГРУНТОВ**

Учебное пособие

Публикуется в авторской редакции

Подготовка оригинал-макета *К.А. Шишмарев*

Оформление обложки *Ю.В. Плетнева*

Издательская лицензия ЛР 020261 от 14.01.1997

Подписано в печать 25.11.2016

Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Усл. печ. л. 5,58.

Тираж 100 экз. Заказ 271.

Типография Алтайского государственного университета:
656049, Барнаул, ул. Димитрова, 66