

**В.Г. ЧЕВЕРЕВ**

**ПРИРОДА КРИОГЕННЫХ СВОЙСТВ  
ГРУНТОВ**



**НАУЧНЫЙ МИР**

**В.Г. ЧЕВЕРЕВ**

**ПРИРОДА КРИОГЕННЫХ СВОЙСТВ  
ГРУНТОВ**

---

**Научный мир  
2004**

УДК 551.328/340/345; 624.131

ББК 26.36

Ч 34

*В.Г. Чеверев*

## **ПРИРОДА КРИОГЕННЫХ СВОЙСТВ ГРУНТОВ**

– М.: Научный мир, 2004. – 234 с.

ISBN 5-89176-271-4

Обобщены литературные материалы и результаты более чем тридцатилетних исследований автора по связанной воде в грунтах, фазовому составу воды в них, строению и свойствам промерзающих, мерзлых и оттаивающих грунтов. Рассмотрены механическое и термодинамическое равновесие и механический эквивалент теплоты в мерзлых грунтах. Сформулирован закон-тенденция преобразования криогенного строения мерзлых грунтов и предложена физическая типизация криогенных текстур. Составлены классификация форм связи воды в мерзлых грунтах, диаграммы их компонентного и фазового состава и обобщенная физико-химическая модель. Предложена физико-химическая теория формирования массообменных, пучинистых, деформационных и тепловых свойств грунтов. Приложены таблицы теплофизических характеристик и содержания незамерзшей воды в криогенных грунтах различного состава, строения и геолого-генетического типа.

Книга рассчитана на геокриологов, инженеров-геологов, экологов и специалистов в области строительства и эксплуатации инженерных сооружений в зоне распространения сезонно- и многолетнемерзлых пород. Она может быть использована в качестве учебного пособия студентами соответствующих специальностей вузов.

**ББК 26.36**

*V.G. Cheverev*

## **THE NATURE OF CRYOGENIC PROPERTIES OF SOILS**

– Moscow: Scientific World, 2004. – 234 p.

The author has generalized published papers and his own results of more than thirty year studies on interfacial water in soils, phase composition of water in them, the structure and properties of freezing, frozen and thawing soils. Mechanical and thermodynamic equilibrium and mechanical equivalent of heat in frozen soils have been examined. The tendency law of cryogenic structure transformation in frozen soils has been formulated, and physical typification of cryogenic structures has been propounded. Classification of forms of water bounds in frozen soils and diagrams of their component and phase composition have been made, and a general physical-chemical model was constructed. A physical-chemical theory of forming of mass transfer, heaving, deformation and thermal properties of soils has been suggested. Tables of thermal properties and unfrozen water content in cryogenic soils of various composition, structure geologic genetic types have been enclosed.

The book is addressed to geocryologists, engineering geologists, ecologists and specialists in construction and operation of buildings in permafrost regions. Students of corresponding specializations may use it as a high education textbook.



Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 02-05-64636). Публикуется при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 02-05-78031).

ISBN 5-89176-271-4

© Чеверев В.Г., 2004

© Научный мир, 2004

# ОГЛАВЛЕНИЕ

<i>Предисловие</i> .....	5
--------------------------	---

## *Глава 1*

<b>Теоретические и методические предпосылки исследования природы криогенных свойств грунтов</b> .....	7
§ 1.1. Механическое и термодинамическое равновесие в грунтах .....	7
§ 1.2. Термодинамический метод оценки энергетического состояния воды в криогенных грунтах. Механический эквивалент теплоты .....	12
§ 1.3. Методы определения термодинамического потенциала воды в грунтах .....	18
§ 1.4. Методы изучения фазового состава воды и криогенных свойств грунтов .....	24

## *Глава 2*

<b>Фазовый состав воды в мерзлых грунтах</b> .....	44
§ 2.1. Свойства связанной воды в грунтах .....	44
§ 2.2. Классификация категорий воды в мерзлых грунтах .....	59
§ 2.3. Механизм формирования количественного содержания незамерзшей воды в мерзлых грунтах .....	71
§ 2.4. Закономерности формирования фазового состава воды в мерзлых грунтах .....	80

## *Глава 3*

<b>Статика и динамика криогенного строения мерзлых грунтов</b> .....	87
§ 3.1. Типы структурных связей и контактов в мерзлых глинистых грунтах .....	87
§ 3.2. Физическая типизация криогенного строения мерзлых тонкодисперсных грунтов .....	93
§ 3.3. Закон-тенденция преобразования криогенного строения мерзлых тонкодисперсных грунтов .....	97
§ 3.4. Физико-химическая модель мерзлого тонкодисперсного грунта ....	102

## **Глава 4**

<b>Природа и закономерности формирования криогенных свойств тонкодисперсных грунтов .....</b>	<b>112</b>
§ 4.1. Массоперенос в криогенных грунтах.....	112
§ 4.2. Массообменные свойства криогенных грунтов.....	114
§ 4.3. Фильтрационно-диффузионная модель морозного пучения грунтов.....	136
§ 4.4. Компрессионное сжатие мерзлых грунтов.....	156
§ 4.5. Температурные деформации мерзлых грунтов.....	168
§ 4.6. Теплофизические свойства криогенных грунтов.....	178
<b>Заключение .....</b>	<b>194</b>
<b>Литература .....</b>	<b>198</b>
<b>Приложение .....</b>	<b>206</b>
Таблицы 1–6. Теплофизические свойства грунтов .....	207
Таблица 7. Содержание незамерзшей воды в грунтах .....	230

---

### **Фотографии, помещенные на обложке монографии**

*1. На лицевой стороне:*

Береговое обнажение мерзлых пород с пластовыми льдами на севере Западной Сибири (фото Л.Н. Крицук)

*2. На оборотной стороне:*

Структура пластового льда (фото В.В. Рогова)