

**В.П. ЗВЕРЕВ**

# **СИСТЕМА ПРИРОДНЫХ ВОД ЗЕМЛИ**



**НАУЧНЫЙ МИР**

**В.П. ЗВЕРЕВ**

**СИСТЕМА ПРИРОДНЫХ ВОД  
ЗЕМЛИ**

Москва  
Научный мир  
2013

УДК 556  
ББК 26 35  
343

**Зверев В.П.**

**СИСТЕМА ПРИРОДНЫХ ВОД ЗЕМЛИ.** – М.: Научный мир, 2013. – 312 с. Ил. 40. Табл. 92. Библ. 295 назв.

**ISBN 978-5-91522-368-3**

Развивается выдвинутое В.И. Вернадским представление о единстве и подвижности природных вод Земли, обусловливающими глобальные циклы водообмена, сравнительная оценка количественных моделей которых, данная в монографии, включая океанический, климатический, поверхностный, биологический, ледниковый, подземный, литосферный и геологический циклы водообмена, позволяет глубже понять роль воды в развитии основных природных процессов и эволюции Земли.

Показано, что перераспределение природных вод, осуществляемое на поверхности и в толще горных пород Земли, производит огромную работу по их преобразованию и переносу вещества в жидкой и твердой фазах, сопоставимую по своим масштабам за фанерозой с массой осадочной и гранитно-метаморфической оболочками земной коры. Оценены масштабы участия и закономерности режима природных вод в основных экзогенных, биогенных и эндогенных процессах, включая гипергенез, литогенез, метаморфизм, магматизм, вулканизм. Сравнительный анализ распространения воды на Земле и планетах земной группы показал, что на Земле, где реализуются круговороты подземных вод, охватывающие земную кору и мантию, существуют условия для компенсации дегазации и дегидратации Земли, позволяющие поддерживать вулканизм и дрейф литосферных плит за время ее эволюции на постоянном уровне. Монография рассчитана на широкий круг специалистов в области наук о Земле, включая студентов и аспирантов.

Рецензенты: доктор геол.-мин. наук И.В. Галицкая  
доктор геол.-мин. наук, профессор В.М. Швец

**Zverev V.P**

**THE SYSTEM OF NATURAL WATERS OF THE EARTH.** – М.: Scientific world, 2013. – 312 p. Fig 40. Tabl. 92. Bibliogr. 295.

Develops advanced V.I.Vernadsky of the unity and mobility in natural waters of the Earth, are caused by the global water cycles, the comparative evaluation of quantitative models are given in the monograph, including oceanic, climatic, surface, biological, glacial, subsurface, sedimentary and geological water cycle, allows deeper understanding of the role of water in the development of basic natural processes and the evolution of the Earth. It is shown that the redistribution of natural waters, carried out on the surface and in the interior of the Earth's rocks, produces a great work in their transformation and transport of substances in liquid and solid phases, comparable in scale to the mass of the Phanerozoic sedimentary-metamorphic and granitic shells of the Earth's crust. Assessed the scope of participation and patterns of natural water regime in the major exogenous biogenics and endogenous processes, including hypergenesis, lithogenesis, metamorphism, magmatism, volcanism. Comparative analysis of the distribution of water on Earth and terrestrial planets showed that on the Earth, where cycles are implemented subsurface waters, covering the Earth's crust and mantle, there are conditions to compensate for dehydration and degassing of the Earth, which allow support volcanism and lithospheric plates drift during its evolution at a constant level. For a wide range of professionals in the field of earth sciences, including undergraduate and graduate students.

**ISBN 978-5-91522-368-3**

© В.П. Зверев, 2013  
© Научный мир, 2013

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>Предисловие. Академик РАН В.И. Осипов .....</b>	<b>14</b>
<b>Введение.....</b>	<b>16</b>
<b>ЧАСТЬ I. ОБЩИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ.....</b>	<b>19</b>
<b>Глава 1. СОСТОЯНИЕ, СТРОЕНИЕ И ПЕРЕНОС .....</b>	<b>19</b>
1.1. Состояние и фазовые переходы.....	19
1.2. Структура воды и ее агрегатные состояния .....	21
1.3. Изотопный и химический состав воды.....	23
1.4. Подвижность воды.....	26
<b>Глава 2. ВОДА НА ПЛАНЕТАХ ЗЕМНОГО ТИПА     И СПУТНИКАХ ПЛАНЕТ-ГИГАНТОВ .....</b>	<b>30</b>
2.1. Вода в Солнечной системе.....	30
2.2. Вода на планетах.....	33
2.3. Вода на спутниках планет-гигантов.....	37
<b>Глава 3. ПРОИСХОЖДЕНИЕ ГИДРОСФЕРЫ .....</b>	<b>41</b>
3.1. Дегазация и дегидратация Земли .....	41
3.2. Механизм образования воды .....	44
3.3. Эволюция гидросферы.....	45
<b>Глава 4. ВОДА И ГОРНЫЕ ПОРОДЫ.....</b>	<b>49</b>
4.1. Физическое взаимодействие .....	49
4.2. Физико-химическое взаимодействие .....	52
4.3. Направленность и кинетика процессов взаимодействия .....	56
<b>Глава 5. ВОДА И ЖИВОЕ ВЕЩЕСТВО .....</b>	<b>64</b>
5.1. Вода в живом веществе .....	64
5.2. Вода и обмен веществ в организмах .....	65

---

<b>ЧАСТЬ II. ВОДА И ГЕОСФЕРЫ ЗЕМЛИ</b> .....	<b>67</b>
<b>Глава 6. МИРОВОЙ ОКЕАН</b> .....	<b>67</b>
6.1. Происхождение и эволюция океана.....	67
6.2. Современное состояние.....	70
6.3. Океанический массоперенос.....	74
6.4. Гидрохимия океана.....	79
<b>Глава 7. АТМОСФЕРА</b> .....	<b>87</b>
7.1. Формирование и разгрузка.....	87
7.2. Перенос.....	88
7.3. Массы и массопотоки.....	89
7.4. Химический состав атмосферных осадков.....	92
<b>Глава 8. ПОВЕРХНОСТЬ КОНТИНЕНТОВ</b> .....	<b>97</b>
8.1. Временные поверхностные водоявления.....	97
8.2. Постоянные водотоки.....	98
8.3. Массоперенос.....	99
8.4. Поверхностные водоемы.....	99
8.5. Химический состав поверхностных вод.....	103
<b>Глава 9. КРИОСФЕРА</b> .....	<b>112</b>
9.1. Снежный покров.....	112
9.2. Льды Арктики.....	113
9.3. Льды Антарктики.....	115
9.4. Ледники горных систем.....	117
9.5. Баланс масс ледников.....	118
9.6. Многолетнемерзлые породы.....	120
9.7. Химический состав твердой фазы воды.....	122
<b>Глава 10. ЗЕМНАЯ КОРА</b> .....	<b>123</b>
10.1. Формы существования подземных вод.....	123
10.2. Инфильтрационные воды.....	125
10.3. Седиментационные воды.....	127
10.4. Механизм и скорость переноса подземных вод.....	131
10.5. Массы и массоперенос подземных вод.....	134
10.6. Химический состав подземных вод.....	138
<b>ЧАСТЬ III. ВОДА В ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ</b> .....	<b>153</b>
<b>Глава 11. ЭРОЗИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ</b> .....	<b>153</b>
11.1. Речные системы.....	153

11.2. Деятельность ледников.....	157
11.3. Размыв берегов водоемов.....	158
11.4. Механический вынос.....	158
<b>Глава 12. ВЫВЕТРИВАНИЕ И ЭКЗОГЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ.....</b>	<b>160</b>
12.1. Общие положения.....	160
12.2. Карст.....	162
12.3. Выветривание алюмосиликатов.....	167
12.4. Масштабы химического выветривания.....	172
<b>Глава 13. СЕДИМЕНТО- И ЛИТОГЕНЕЗ.....</b>	<b>178</b>
13.1. Масса воды, участвующей в процессах седименто- и литогенеза.....	178
13.2. Современный осадочный бассейн.....	184
13.3. Геохимия подземных вод, контролирующих седиментацию и литогенез.....	192
13.4. Направленность процессов.....	193
13.5. Кинетика процессов.....	202
<b>Глава 14. МЕТАМОРФИЗМ.....</b>	<b>206</b>
14.1. Метаморфические реакции с участием воды.....	206
14.2. Режим воды при метаморфизме.....	212
14.3. Механическая деформация горных пород.....	215
<b>Глава 15. ЭНДОГЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ.....</b>	<b>218</b>
15.1. Магматизм.....	218
15.2. Рифтогенез и субдукция.....	221
15.3. Вулканизм и гидротермальная деятельность.....	223
15.4. Вода и мантия.....	228
15.5. Геофизические неоднородности.....	228
<b>Глава 16. ФОРМИРОВАНИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ.....</b>	<b>231</b>
16.1. Гипергенные месторождения.....	231
16.2. Осадочные месторождения.....	233
16.3. Гидротермальные растворы и рудогенез.....	235
16.4. Магматические месторождения.....	242
16.5. Метаморфические месторождения.....	244
<b>ЧАСТЬ IV. БИОСФЕРА. ЗОНА ЖИЗНИ.....</b>	<b>245</b>
<b>Глава 17. ВОДА И БИОСФЕРА.....</b>	<b>245</b>
17.1. Происхождение и эволюция биосферы.....	

---

17.2. Живое вещество .....	248
17.3. Масса воды в биосфере .....	251
17.4. Разложение органических веществ и почвообразование .....	252
<b>Глава 18. ВОДА И ЧЕЛОВЕК .....</b>	<b>254</b>
18.1. Среда обитания .....	254
18.2. Водопотребление и перераспределение стока .....	255
18.3. Дестабилизация гидроэкосистем .....	257
18.4. Катастрофы .....	262
<b>ЧАСТЬ V. ГЛОБАЛЬНЫЙ ПЕРЕНОС ВОДЫ, ТЕПЛА И ВЕЩЕСТВА .....</b>	<b>265</b>
<b>Глава 19. МАССОПЕРЕНОС ВОДЫ .....</b>	<b>265</b>
19.1. Современные климатические массопотоки гидросферы .....	265
19.2. Массопотоки воды в земной коре .....	267
19.3. Антропогенные массопотоки .....	271
<b>Глава 20. ПЕРЕНОС ТЕПЛА И ВЕЩЕСТВА ПРИРОДНЫМИ ВОДАМИ .....</b>	<b>274</b>
20.1. Тепловой перенос в атмосфере и гидросфере .....	274
20.2. Конвективные теплопотоки в земной коре .....	275
20.3. Массоперенос растворенного вещества в природных водах .....	280
20.4. Механический массоперенос твердого вещества в природных водах .....	287
20.5. Масштабы изменения вещества и массы осадочной оболочки земной коры под влиянием природных вод .....	288
<b>Заключение .....</b>	<b>293</b>
<b>Литература .....</b>	<b>298</b>