

Принц Эмиль

**Гидрогеология: источники,
грунтовые воды, подземные
водотоки и каптажи
грунтовых вод**

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 82-3
ББК 84-4
Э55

Э55 **Эмиль П.**
Гидрогеология: источники, грунтовые воды, подземные водотоки и каптажи
грунтовых вод / Принц Эмиль – М.: Книга по Требованию, 2022. – 458 с.

ISBN 978-5-519-79640-8

ISBN 978-5-519-79640-8

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2022

© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2022

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первозданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.



Серия Книжный Ренессанс

www.samizday.ru/reprint

ОГЛАВЛЕНИЕ

	<i>Стр.</i>
Вода земного шара	13
А. Подземные воды	13
I. Подразделение подземных вод на грунтовые воды и на подземные водотоки	1
II. Определение основных понятий грунтовой воды и подземных водотоков	1
III. Происхождение подземных вод	13
1. Атмосферное происхождение подземной воды	18
а) Теория инфильтрации	18
б) Теория конденсации	23
2. Недра земли как первоисточник образования воды	24
3. Образование подземной воды из поверхностных вод путем инфильтрации и стока	25
IV. Подземная вода и густота речной сети	29
V. Влияние леса на образование подземной воды	29
VI. Значение теории возникновения воды для практики	33
VII. Вероятное количество и постоянство подземной воды	34
VIII. Подземные водные пути и круговорот воды	36
В. Источники в широком значении этого слова	40
С. Грунтовые воды	43
I. Гидрогеологическое строение водоносной толщи	43
1. Водоносные пласты	43
а) Аллювиальные водоносные пласты	44
б) Водоносные пласты ледникового происхождения	47
в) Ледниковые водоносные пласты Европы	49
г) Северный район оледенения северной Германии	50
е) Альпийские районы оледенения	52
ж) Водоносные пласты в области перекрытия отложений альпийских и северных оледенений	54
з) Ледниковые водоносные пласты Северной Америки	54
и) Второстепенные ледниковые водоносные пласты	55
й) Мощность водоносных пластов четвертичного возраста	57
к) Правильное строение водоносных пластов с грунтовыми водами	58
л) Гидрогеологические последствия неоднородности строения водоносных пластов	59

	Стр.
м) Третьячные и более древние пласты с грунтовой водой	62
н) Песчаники и конгломераты	62
о) Водоносные пласты эолового происхождения	64
2. Распространение водоносных пластов	65
3. Водонепроницаемые пласты	65
4. Горизонты воды	69
5. Артезианские бассейны и мутьды	70
6. Потоки грунтовой воды	72
II. Разведка грунтовой воды	75
1. Признаки, указывающие на присутствие грунтовой воды	76
а) Свойства поверхности земли	76
б) Открытые долины	76
в) Скрытые долины	77
г) Речные террасы	77
е) Повышения местности	79
ж) Существующие колодцы	79
III. Производство изысканий грунтовой воды путем измерения естествен- ных выходов грунтовых вод	81
IV. Приборы для измерения количества воды	83
1. Непосредственное измерение	83
а) Мерные сосуды	83
б) Водяной дюйм	84
в) Тонкая стенка с отверстиями	85
г) Таблицы коэффициентов μ для истечения воды через отверстия в тонкой стенке	86
е) Водосливы	87
ж) Количество воды в л/сек., измеренные при помощи водослива Понселе	93
з) Водомер	94
2. Определение количества воды косвенным путем	94
а) Определение скорости движения воды в открытых руслах	94
б) Поплавок	95
в) Гидрометрические вертушки	96
3. Сравнительная таблица степени точности разных измерительных приборов	97
4. Измерение количества воды в артезианских колодцах	97
5. Таблица пересчета дебита л/сек. в л/мин. м ³ /час.	99
V. Определение понятий грунтового потока и бессейма неподвижной грун- товой воды	101
1. Текучие грунтовые воды	101
а) Горизонтальное движение грунтовых вод	101
б) Уровень грунтовых вод	102
а) Измерение уровня грунтовых вод	102
в) Свободная и напорная поверхности грунтовых вод	106
а) Свободная поверхность грунтовых вод	106
б) Напорная поверхность грунтовых вод	106
г) Ненормальное и ложное зеркала грунтовых вод	109
а) Ложное зеркало грунтовых вод	109
б) Ненормальное зеркало грунтовых вод	112
е) Естественное колебание зеркала грунтовых вод	114

	Стр.
г) Величина естественных колебаний уровня грунтовых вод	118
г) Горизонталь естественного зеркала грунтовых вод (гидроизогипсы)	119
а) Нарушение гидроизогипс зеркала грунтовых вод	124
б) Изменяемость направления гидроизогипс	127
у) Гидроизогипсы зеркала грунтовых вод в плотных, трещиноватых породах	128
б) Горизонталь зеркала грунтовых вод в застроенных городских районах	130
н) Падение грунтовых вод	130
а) Величина естественного падения грунтовых вод	130
б) Изменение падения грунтовых вод	131
2. Стоячая грунтовая вода	132
VI. Определение количества грунтовой воды	133
VI ₁ . Косвенное определение количества грунтовой воды	133
1. Определение количества грунтовой воды по количеству просочившейся в грунт воды и по величине площади инфильтрации	133
а) Количество просочившейся воды	133
б) Площадь питания	134
с) Определение границ района питания по подземным водораздельным линиям	134
2. Определение количества грунтовой воды по поперечному сечению потока и скорости	136
2а. Поперечное сечение потока	137
2б. Определение количества грунтовой воды при помощи произведения $p \cdot v$	139
а) Выведенная по поперечному разрезу водоносного пласта скорость движения воды	139
б) Величина коэффициента фильтрации K	140
с) Определенные величины коэффициента фильтрации K	140
а) Величина зерен	141
б) Форма зерен	143
γ) Средний диаметр зерен	144
δ) Коэффициент неоднородности	146
ε) Расположение зерен	146
ς) Соотношение смеси зерен	147
д) Определение путем лабораторных опытов коэффициента фильтрации K	147
е) Определение коэффициента водопроницаемости K для естественного водоносного пласта	149
ф) Определение удельного дебита водоносного пласта по Тиму	149
2с. Определение количества грунтовых вод при помощи отдельных множителей p и v	151
а) Относительная величина p	151
б) Математическое определение пористости	152
с) Определение пористости лабораторным путем	153
д) Соотношения между коэффициентом водопроницаемости и пористостью	154
е) Скорость движения грунтовых вод v	155
ф) Капиллярное движение грунтовых вод	155

г) Определение скорости движения грунтовой воды посредством опытов в естественном грунте	157
а) Измерение скорости грунтовых вод посредством водных грунтовых вод	158
б) Измерение скорости грунтовых вод по способу введения в поток поваренной соли	160
г) Определение скорости грунтовой воды способом Санхтера	162
д) Другие способы измерения скорости грунтовой воды	164
и) Фактически измеренные скорости грунтовой воды	164
к) Изменяемость естественных скоростей грунтовых вод	165
VI. Непосредственное определение количества грунтовых вод	166
1. Определение количества грунтовых вод путем измерения естественного дебита источников	166
2. Определение количества грунтовых вод помощью опытной эксплуатации колодца	167
а) Действие колодцев	167
б) Действие колодцев в горизонтальном направлении	168
в) Район питания и район сферы влияния колодца	174
г) Нижний водораздел	175
д) Действие колодца в вертикальном направлении	178
е) Значение вертикального действия каптажа для естественного режима подземных вод	179
ж) Закон Тима	179
з) Режим нескольких вертикальных колодцев	180
и) Режим горизонтальных водосборов	182
к) Сравнение режима вертикальных и горизонтальных водосборов	183
VII. Некаптированный, проходящий поток грунтовых вод	184
VIII. Теория движения грунтовых вод	185
1. Закон Пуазейля-Дарси-Дюпюи	185
2. Зависимость движения грунтовых вод от температуры	191
IX. Математическая обработка действия колодцев	193
1. Дебит колодца, выведенный из закона Дарси	193
а) Вертикальный колодезь при свободном зеркале грунтовых вод	193
б) Вертикальный колодезь в напорном водоносном пласте	194
в) Горизонтальные водосборы	196
2. Закон дебита по Дарси	196
а) Колодцы со свободным зеркалом	196
б) Колодцы с напорным уровнем	197
3. Переход от напорного к свободному зеркалу	200
4. Дебит несовершенных колодцев	200
5. Кривая депрессии и понижение уровня воды	201
6. Депрессия в зависимости от отбора воды	202
7. Депрессия в зависимости от мощности водоносного пласта	203
8. Влияние диаметра колодца на дебит	203
X. Метод Тима (в-метод)	204
Причины ошибок, возникающих при применении метода Тима	212
XI. Способ Льюмерта	213
XII. Другие независимые от Дарси теории колодцев	214

	Стр.
D. Подземные водотоки	216
I. Гидрогеологическое строение толщ горных пород, прорезанных подземными водотоками	216
1. Трещиноватость плотной горной породы	216
2. Расширение трещин горных пород	217
3. Разъедание (коррозия), выщелачивание и эрозия	217
4. Цикл эрозии	220
5. Водные пути	220
6. Последующее изменение в строении подземных путей	221
7. Пещерные реки	222
a) Изменяемость путей пещерных рек	224
b) Свойство пещерных рек задерживать и спускать воду	225
c) Исчезновение пещерных рек и впадение последних в море	226
d) Образование систем подземных водотоков и пещерных рек	227
8. Гидрологические явления в карстовых областях	229
II. Поиски подземных водотоков	230
1. Скрытые подземные водотоки	230
2. Признаки	231
III. Доказательство существования подземных водотоков путем измерения выходов источников	232
IV. Определение количества воды подземных водотоков	233
1. Определение по величине инфильтрации или вернее по количеству поглощенной воды и по району выпадающих осадков	233
2. Определение количества воды по трещиноватости породы	234
3. Определение количества воды по поперечному сечению потока и по скорости движения воды	235
a) Поперечный разрез потока	235
b) Зеркало воды	235
c) Колебания уровня	236
d) Измерение скорости движения воды	237
a) Различные средства измерения	237
b) Определение скорости воды окрашивающими веществами	238
γ) Причины ошибок при опытах с окрашиванием	241
δ) Фактически измеренные скорости подземных водотоков	244
4. Определение при помощи эксплуатации опытных колодезей	245
5. Определение по штольням и туннелям	245
V. Выводы о трещиноватости горной породы по дебиту подземных водотоков	247
VI. Законы дебитов подземных водотоков	249
VII. Леви-Леймбаховский способ для изыскания подземных вод	251
E. Физическое, химическое, бактериологическое и микробиологическое исследования воды	253
I. Общие замечания	253
II. Взятие проб воды	253
III. Дезинфекция каптажей перед взятием проб воды	255
IV. Инструкция к отбору проб воды	256
V. Исследование физических свойств воды	259
1. Температура	259
2. Измерение температуры	261
3. Чистота и прозрачность	263

	Стр.
4. Окраска	264
5. Вкус	264
6. Запах	265
7. Электропроводность воды	265
8. Радиоактивность	266
VI. Исследование химических свойств воды	267
1. Жесткость	267
1а. Определение жесткости	272
2. Хлор (хлориды)	
2а. Определение хлоридов	281
3. Железо	282
3а. Определение содержания железа в воде	286
4. Марганец	288
4а. Определение содержания марганца в воде	291
5. Углекислота	292
5а. Определение в воде свободной углекислоты	293
6. Аммиак	293
7. Азотистая кислота	294
8. Азотная кислота	294
9. Сероводород	295
VII. Воды, разрушающие металлы и известковые растворы	296
VIII. Исследование воды для промышленных целей	297
IX. Изменение свойств воды	298
X. Значение физико-химического исследования воды для суждения о ней с гигиенической точки зрения	300
XI. Бактериологическое исследования воды	300
XII. Микробиологическое исследование воды	303
XIII. Очищающее свойство естественных грунтов	303
1. Очищающее действие водоносного пласта	304
2. Пределы очищающего действия водоносного пласта	309
3. Замутняющее и очищающее действие подземных водотоков	311
4. Фильтрующее действие подаемых водотоков	313
F. Каптаж грунтовых вод	316
1. Технические предварительные исследования	316
1. Общие замечания	316
2. Откачка из отдельных буровых скважин и удаление песка	320
3. Измерение удельного дебита, определение качества воды в поле	321
II. Опытный колодезь	322
1. Общие замечания	322
2. Положение опытного колодца	323
3. Устройство опытного колодца	323
4. Эксплуатация опытных колодцев	327
5. Состояние равновесия в конце эксплуатации опытного колодца	331
6. Положение зеркала во время и в конце эксплуатации опытного колодца	333
7. Числовые данные, полученные при эксплуатации опытных ко- лодцев	334
8. Нарушения в строении водоносного пласта вблизи опытного колодца	334

	Стр.
9. Состояние равновесия опытного колодца и продолжительность этого состояния в каптаже	335
III. Общие положения при устройстве каптажа для грунтовой воды	336
1. Выбор места каптажа	336
2. Рельеф поверхности и глубина грунтовых вод	337
3. Выбор направления каптажа	337
4. Каптаж между нарушенными горизонталями	339
5. Зеркало каптажа с сильным падением	340
6. Каптаж в глубоких каналах	340
7. Каптаж при глубоко лежащем зеркале грунтовых вод	340
8. Выбор между каптажами с самотечным водопроводом и искусственным подъемом	342
9. Сооружение каптажей для питания бывших водопроводов с речной водой	344
10. Техническая невозможность каптировать грунтовую воду	345
IV. Общие замечания о каптажах	345
V. Трубчатые колодцы	346
1. Общие замечания	346
2. Абиссинские колодцы	346
3. Буровые трубчатые колодцы	348
4. Оборудование трубчатых колодцев	348
а) Фильтр	348
б) Каркас фильтра	349
в) Деревянные каркасы фильтров	349
г) Гончарные каркасы фильтров	350
д) Железные каркасы фильтров	350
е) Чугунные каркасы фильтров	352
ж) Фильтры из меди, бронзы	353
з) Каркасы фильтров, сделанные из разных металлов	353
и) Многоярусные фильтры	353
к) Предохранение колодцев от засорения песком	354
а) Общие замечания	354
б) Сетки	354
л) Засыпка из песка и гравия	357
м) Обсадные трубы	359
н) Всасывающие трубы	360
о) Устье колодца	360
п) Прочая арматура устьевых частей колодца	363
VI. Шахтные колодцы	365
1. Общие замечания	365
2. Шахтные колодцы с каменной кладкой	366
3. Бетонные шахтные колодцы	368
4. Железные шахтные колодцы	369
5. Охрана шахтных колодцев от завала песком	369
VII. Комбинированные шахтные и трубчатые колодцы	371
VIII. Артезианские колодцы	371
IX. Одицавшие артезианские колодцы	374
X. Горизонтальные каптажи	378
1. Общие замечания	378
2. Недоступные горизонтальные каптажи	379
3. Доступные сборные галлерей	380

	<i>Стр.</i>
XI. Каптаж в мелкозернистом песке	384
1. Трубчатые колодцы в плавуне	385
2. Шхтные колодцы в плавуне	387
3. Сборные трубопроводы в плавуне	388
XII. Взаимное отдаление и глубина колодцев	398
XIII. Сопротивление в каптаже	391
XIV. Соединение в один общий водопровод каптированной воды	393
1. Соединительный трубопровод	394
2. Удаление воздуха из всасывающих трубопроводов	396
3. Сборный колодезь	399
а) Местоположение сборного колодца	399
б) Сооружение и режим сборного колодца	399
XV. Каптаж вблизи поверхностных водоемов	401
1. Естественные взаимоотношения между грунтовыми и поверхностными водами	401
2. Расстояние между каптажем и поверхностной водой	403
3. Доказательство взаимоотношений между каптажем и поверхностной водой	404
XVI. Депрессия зеркала грунтовой воды и ее действие	407
1. Общие замечания	407
2. Действие понижения грунтовых вод на свойства воды	408
3. Влияние депрессии на произрастание растений	409
4. Влияние понижения грунтовых вод на ведение хозяйства	414
XVII. Долговечность каптажных сооружений	415
XVIII. Гидрогеологическое обследование каптажа, прекратившего подачу воды	420
XIX. Средства для увеличения долговечности водопровода	423
XX. Искусственное образование грунтовой воды	426
XXI. Охрана каптажа	432
1. Общие замечания	432
2. Охрана запасов воды	433
3. Охрана качества воды	434
4. Влияние на грунтовую воду, оказываемое с поверхности земли	331
5. Боковое влияние на каптажи, оказываемое соседними поверхностными водами	437
6. Влияние на грунтовые воды, оказываемое из глубины земли	443
7. Мероприятия для предохранения каптажа от загрязнения	444
XXII. Наблюдения за каптажем	447
Г. Водное хозяйство	449
Н. Сравнительная таблица разных мер	454

ВОДА ЗЕМНОГО ШАРА

Вся вода земного шара, находящаяся в капельно-жидком состоянии, по своему залеганию в отношении поверхности земли может быть разделена на две группы:

- 1) находящаяся на поверхности земли — поверхностная вода;
- 2) образующаяся, скопляющаяся и циркулирующая в толще земной коры — подземная вода.

А. ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ

Подземные воды обычно заполняют пустоты земной коры целиком или только частично.

Подземную воду обнаружить без особых приспособлений возможно только там, где она выступает на земную поверхность в виде источников или других естественных выходов. Во всех других случаях надо путем изысканий установить, на какой глубине, в каком количестве и какого свойства имеется вода, и искусственным путем достигнуть слоев, содержащих подземную воду. Ввиду необходимости проведения для этой цели буровых и других работ поиски подземных вод на глубине в большинстве случаев отличаются сложностью, требуют много времени и дорого стоят.

При гидрогеологических изысканиях можно только там рассчитывать на успех, где толщи горных пород не состоят из плотных, компактных масс, а содержат того или иного типа пустоты. Такие подземные пустоты являются первым условием для образования, накопления и движения подземной воды. Они представляют собой вмещающие, без которых немисливо накопление более или менее значительной массы капельно-жидкой воды. Поэтому одним из главнейших вопросов гидрогеологии является отыскание таких лежащих под землей вмещающих, которые необходимы для образования и скопления подземных вод.

Так как число, величина и другие свойства этих пустот зависят от геологического строения, то совершенно понятно, что гидро-

геологические изыскания без изучения геологического строения не могут быть успешными.

Как бы ни было важно в гидрогеологическом отношении геологическое изучение подземных пустот, необходимо в то же время твердо помнить, что данные геологических исследований по существу дела представляют собой только исходную точку для дальнейших гидрогеологических изысканий.

Не все пустоты содержат воду в достаточном количестве и желательного качества, и потому главной целью гидрогеологических изысканий является не только обнаружение бассейнов подземных вод, но и определение их содержимого в отношении количества и качества воды.

Из этого видно, с одной стороны, что практическая геология и гидрогеология должны дополнять друг друга, а с другой стороны, что при всех гидрогеологических работах решающее значение имеют не геологические, а гидрогеологические данные.

I. ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ ПОДЗЕМНЫХ ВОД НА ГРУНТОВЫЕ ВОДЫ И НА ПОДЗЕМНЫЕ ВОДОТОКИ

Пласты земли, изобилующие пустотами и служащие для скопления воды, называются водоносными пластами.

Смотря по характеру пустот, в которых образуется, собирается и движется подземная вода, гидрологические и другие свойства водоносных пластов бывают различны.

Можно различать следующие категории пустот.

1. Пустоты рыхлых обломочных или зернистых пород. Промежутки между отдельными зернами таких пород образуют как бы систему сосудов, и собирающаяся в них вода представляет собой не одно общее сплошное капельно-жидкое тело, но массу отдельных водяных нитей или струй, которые находятся в гидродинамической связи между собой.

Пустоты, заключенные в зернистой массе водоносного пласта, называются порами, и образующаяся в такой пористой массе подземная вода называется грунтовой водой¹.

¹ Термин „грунтовые воды“ большинство исследователей и практиков в СССР и за границей понимают в ином, более ограниченном смысле, относя к грунтовым водам воду ближайшего к поверхности водоносного горизонта, лежащего на первом от поверхности водонепроницаемом пласте. Следует указать, что в настоящее время нет общепринятой классификации подземных вод. (См. А. М. Жирмунский и А. А. Козырев „О классификации подземных вод. Материалы по общей и прикладной геологии“, вып. 98, Ленинград, 1926 г.).

Терминологию Е. Принца мы оставляем без изменения, так как она бесспорно оригинальна и логически проводится через всю книгу.

Примечание редакторов.