

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Федеральный исследовательский центр
«Единая геофизическая служба
Российской академии наук»
Камчатский филиал

Г.Н. Копылова, С.В. Болдина

ГИДРОГЕОСЕЙСМИЧЕСКИЕ ВАРИАЦИИ УРОВНЯ ВОДЫ В СКВАЖИНАХ КАМЧАТКИ

*Монография издана по решению Ученого совета
Камчатского филиала Федерального исследовательского центра
«Единая геофизическая служба Российской академии наук»
при финансовой поддержке РФФИ (проект № 18-05-00337)*

г. Петропавловск-Камчатский
2019

УДК 556.3+550.34
ББК 26.21+26.22
К 65

Ответственный редактор: доктор геол.–мин. наук А.В. Кирюхин
Рецензенты: кандидат физ.–мат. наук Э. М. Горбунова,
кандидат физ.–мат. наук В.В. Ершов

К 65 Гидрогеосейсмические вариации уровня воды в скважинах Камчатки. Монография / Г.Н. Копылова, С.В. Болдина. – Петропавловск-Камчатский: ООО «Камчатпресс», 2019. – 144 с. (с илл., табл.).
ISBN 978-5-9610-0344-4

Камчатским филиалом Федерального исследовательского центра «Единая геофизическая служба РАН» (КФ ФИЦ ЕГС РАН) и ОАО Камчатгеология проводились наблюдения за вариациями уровня воды в скважинах с периодичностью 5-10 минут с использованием цифрового оборудования. В результате наблюдений 1997-2010 гг. были зарегистрированы разнообразные гидрогеосейсмические вариации уровня воды при сильных местных землетрясениях, включающие гидрогеодинамические предвестники, косейсмические скачки, а также эффекты от прохождения сейсмических волн при сильнейших удаленных землетрясениях. В скважине Е-1, расположенной в 10 км от вулкана Корякский, проявлялись изменения уровня воды в связи с его фреатомагматическим извержением и предшествующей сейсмической активизацией.

В первой части монографии приводится описание гидрогеосейсмических вариаций уровня воды, зарегистрированных в наблюдательных скважинах КФ ФИЦ ЕГС РАН (Е-1 и ЮЗ-5) и ОАО Камчатгеология (1303, 1306, 1309, 1311), дается их типизация, рассматриваются особенности их проявления в зависимости от параметров землетрясений, локальных геолого-гидрогеологических условий и технического строения скважин.

Во второй части монографии рассматриваются теоретические основы формирования различных типов гидрогеосейсмических вариаций в системах «скважина – водовмещающая порода» и приводятся примеры их моделирования с использованием данных наблюдений.

Книга представляет первое монографическое описание эффектов сейсмичности в изменениях уровня воды в скважинах, расположенных на территории Камчатского сейсмоактивного региона, полученных при проведении специализированных наблюдений. Она может представлять интерес для широкого круга специалистов, сейсмологов, геофизиков и гидрогеологов, работающих в области геофизического мониторинга и прогноза землетрясений.

УДК 556.3+550.34
ББК 26.21+26.22
К 65

ISBN 978-5-9610-0344-4

© Г.Н. Копылова, С.В. Болдина, 2019
© ФГБУН КФ ФИЦ ЕГС РАН, 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	6
ВВЕДЕНИЕ	9
 Глава 1. ГИДРОГЕОСЕЙСМИЧЕСКИЕ ВАРИАЦИИ УРОВНЯ ВОДЫ В СКВАЖИНАХ	 16
1.1. Наблюдательная сеть	17
1.1.1. Методика обработки данных	20
1.2. Описание и типизация гидрогеосейсмических вариаций уровня воды	25
1.2.1. Вариации уровня воды в скважине ЮЗ-5	25
1.2.2. Вариации уровня воды в скважине Е-1	32
1.2.3. Вариации уровня воды в связи с Олюторским землетрясением 20.04.2006 г., $M_w = 7.6$	36
1.2.4. Вариации уровня воды при воздействии сейсмических волн от сильнейших удаленных землетрясений	37
1.2.5. О зависимости постсейсмических изменений уровня воды от амплитудно-частотного состава сейсмических волн и гидрогеологических условий	41
1.3. Оценка информативности гидрогеодинамических предвестников	47
1.4. Выводы к главе 1	50

Глава 2. МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭФФЕКТОВ СЕЙСМИЧНОСТИ В СИСТЕМЕ «СКВАЖИНА – ВОДОВМЕЩАЮЩАЯ ПОРОДА»: ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И ПРИМЕРЫ	53
2.1. Статически изолированный отклик уровня воды на изменения напряженно-деформированного состояния водовмещающих пород	54
2.1.1. Оценка пороупругих параметров водовмещающих пород и инерционного эффекта водообмена	55
2.1.1.1. Теория пороупругости для статически изолированных систем «скважина – водовмещающая порода»	55
2.1.1.2. Оценка параметров барометрического отклика уровня воды	60
2.1.1.3. Оценка параметров приливного отклика уровня воды	62
2.1.1.4. Определение упругих свойств и пористости водовмещающих пород	64
2.1.1.5. Оценка инерционного эффекта водообмена между стволом скважины и водовмещающими породами	68
2.1.2. Оценка пред- и косейсмической деформации по данным урвнмерных наблюдений	75
2.1.2.1. Оценка косейсмической деформации при образовании разрыва в очаге землетрясения	76
2.1.2.2. Примеры оценки косейсмической деформации по модели дислокации	83
2.1.2.3. Проявления косейсмических скачков уровня воды в зависимости от параметров землетрясений	89
2.1.2.4. Особенности откликов уровня воды при изменениях атмосферного давления и при косейсмической деформации	89
2.1.2.5. Оценка предсейсмической деформации водовмещающих пород на примере Кроноцкого землетрясения 05.12.97 г., $M_w = 7.8$	91
2.2. Эффекты воздействия сейсмических волн в изменениях уровня воды	94

2.2.1. Колебания уровня воды	94
2.2.1.1. Отклик уровня воды в скважине ЮЗ-5 на Суматра-Андаманское землетрясение 26.12.2004 г. $M_w = 9$	97
2.2.2. Постсейсмическое понижение уровня воды	104
2.2.2.1. Понижение уровня воды в скважине ЮЗ-5 после Кроноцкого землетрясения	106
2.3. Изменения уровня воды в скважине Е-1 в связи с активизацией вулкана Корякский и сильными ($M_w \geq 5$) землетрясениями	107
2.3.1. Особенности гидрогеодинамического режима скважины	108
2.3.2. Оценка деформации объемного сжатия в районе скважины	112
2.3.2.1. Источник деформации сжатия водовмещающих пород	118
2.3.3. Особенности проявления гидрогеодинамического предвестника в период вулканической активизации	122
2.3.4. Оценка предсейсмической деформации водовмещающих пород на стадии подготовки Кроноцкого землетрясения	125
2.4. Выводы к главе 2	126
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	129
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	134