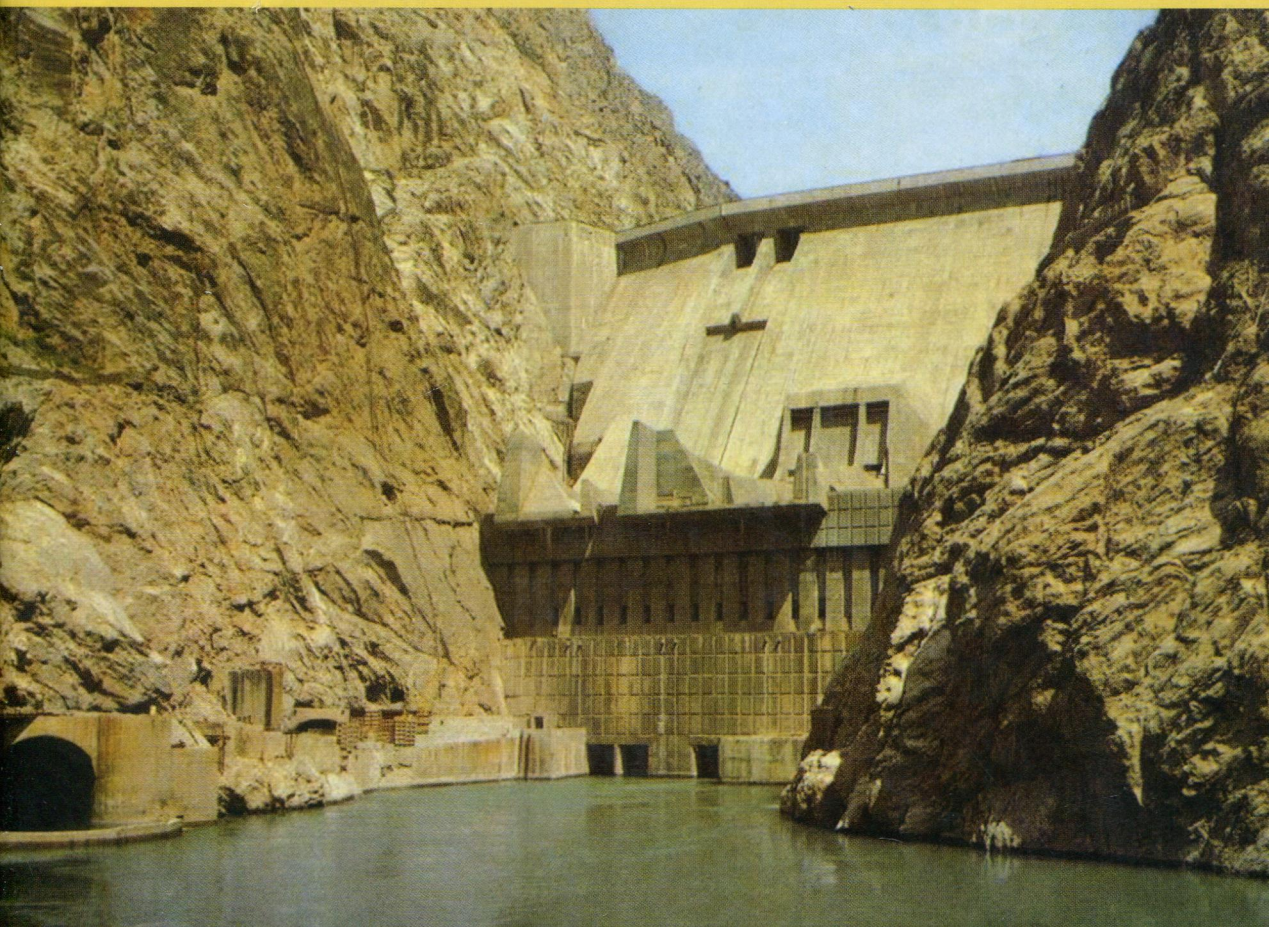




Н.К. Капустян, Ф.Н. Юдахин

**СЕЙСМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
ТЕХНОГЕННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ
НА ЗЕМНУЮ КОРУ И ИХ ПОСЛЕДСТВИЙ**



РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
УРАЛЬСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
АРХАНГЕЛЬСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР

Н.К. Капустян, Ф.Н. Юдахин

СЕЙСМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
ТЕХНОГЕННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ
НА ЗЕМНУЮ КОРУ
И ИХ ПОСЛЕДСТВИЙ

ЕКАТЕРИНБУРГ, 2007

УДК 550.3

Капустян Н.К., Юдахин Ф.Н. **Сейсмические исследования техногенных воздействий на земную кору и их последствий.** Екатеринбург: УрО РАН, 2007. ISBN 5-7691-1828-8.

По результатам комплекса проведенных натуральных и лабораторных экспериментов, многолетних сейсмических наблюдений в районах Нуρεкской и Токтогульской ГЭС, выполненных аппаратурно-методических разработок, а также литературного обзора приводятся данные по двум основным направлениям: выявление параметров воздействия слабых техногенных вибраций на среду и возбуждаемых геодинамических процессов; разработка нового метода исследования – сейсмического мониторинга воздействия техногенных вибраций на земную кору.

Показано, что воздействия техногенных вибраций на земную кору являются новым глобальным планетарным фактором, способным влиять на геодинамику и в ряде ситуаций изменять течение процессов в среде. Экспериментально на образцах и в натуральных условиях выявлено, что наиболее чувствительны к длительным воздействиям вибраций параметры фильтрации флюидной фазы и напряжения на разрывных нарушениях в коре.

Предложен инструмент для развития нового направления геофизических исследований. Метод опирается на комплексирование активных просвечиваний искусственными и техногенными источниками и пассивных наблюдений собственного сейсмического излучения среды. Для производства экономических и технологических наблюдений разработан комплекс аппаратурно-методических приемов и средств и развиты новые методики обработки данных.

Представленная работа будет стимулировать изучение техногенных вибраций и даст возможность прогнозировать последствия воздействия человека на природу. Предназначена для научных работников, инженеров и специалистов в области наук о Земле и охраны окружающей среды, а также для учебных целей.

Ответственный редактор академик РАН **Н.П. Лаверов**

Рецензент доктор геолого-минералогических наук **Е.А. Рогожин**

Работа выполнена при частичной поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, гранты №№ 04-05-64826, 07-05-00436а.

Фото на обложке: верхний бьеф Нуρεкского водохранилища (фото *Д.П. Саранчина*), вид на плотину Токтогульской ГЭС с нижнего бьефа (фото *Ф.А. Мерзлякова*).

ISBN 5-7691-1828-8

К $\frac{\text{ППП-06-48(07)-242}}{8\text{П6(03)1998}}$ ПВ-2007

© АНЦ УрО РАН, 2007 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Глава 1. Влияние техногенных процессов на земную кору	7
1.1. Взаимодействия естественных оболочек Земли и их проявления в сейсмических волновых полях	7
1.2. Процессы техногенного генезиса в земной коре	15
1.3. Воздействие техногенных механических вибраций на земную кору .	26
1.3.1. Пространственно-временные границы	26
1.3.2. Действие слабых механических вибраций на среду, соотношения статических и вибрационных нагрузок	28
1.4. Физическое моделирование действия на среду слабых механических вибраций	35
1.5. Методики сейсмических наблюдений воздействий техногенных вибраций на земную кору	38
1.5.1. Постановка задачи и структура методик	38
1.5.2. Исследования по отображению временных вариаций среды в сейсмических волновых полях	41
1.5.3. Основные требования к сейсмическому мониторингу воздействий техногенных вибраций на земную кору	55
Выводы	58
Глава 2. Наблюдения слабых сейсмических сигналов: источники и аппаратура регистрации	60
2.1. Невзрывные источники сейсмических сигналов как инструмент мониторинга	61
2.2. Импульсный морской пневмоисточник в схемах активного мониторинга	62
2.3. Гармонические и квазигармонические сигналы от вибраторов и агрегатов ГЭС	73
2.4. Ветровые колебания зданий и инженерных сооружений	87
2.5. Естественные и антропогенные сейсмические шумы	90
2.6. Параметры техногенных механических вибраций	100
2.7. Опыт разработки и использования портативных сейсмических станций	104
2.8. Возможности и ограничения при излучении и регистрации сейсмических сигналов при мониторинге воздействий техногенных вибраций	111
Выводы	114
Глава 3. Метрология и способы обработки данных в задачах сейсмического мониторинга воздействия техногенных вибраций	115
3.1. Калибровка сейсмометрических каналов	116
3.2. Метрология высокоточных наблюдений	121
3.3. Экспресс-обработка микросейсм при малоканальных наблюдениях	129
3.3.1. Способы выделения слабых ветровых колебаний	133
3.3.2. Поиск точечных источников при трехкомпонентной регистрации	135
3.4. Интегральные способы обработки микросейсмического излучения: шумов и микротресков	142

3.5. Обработка и метрология сейсмических полей с малым разрешением	153
3.6. Трехкомпонентные (Z, N-S, E-W) наблюдения в задачах мониторинга состояния среды	160
Выводы	177
Глава 4. Схемы наблюдений в районах техногенных воздействий: методика и результаты	179
4.1. Детальные пространственно-временные исследования	180
4.1.1. Площадки действующих и перспективных АЭС	180
4.1.2. Зоны крупных технологических комплексов	192
4.1.3. Населенные пункты и мегаполис	201
4.1.4. Выбор мест для сейсмических станций	207
4.1.5. Опыт обследования зданий с разрушениями и исторических памятников	211
4.2. Техногенные сейсмические сигналы как инструмент исследования геодинамических процессов	215
4.2.1. Активизация среды естественными воздействиями: удаленными землетрясениями и ветром	215
4.2.2. Автодороги как источник для мониторинга разломов и оползней	235
4.3. Выявление разрывных нарушений и оценка геодинамической активности среды при совместном анализе эндогенной и экзогенной компонент микросейсм	241
Выводы	249
Глава 5. Сейсмический мониторинг воздействия искусственного водохранилища на земную кору	250
5.1. Краткая геолого-геофизическая характеристика районов крупных искусственных водохранилищ Средней Азии	250
5.1.1. Характер гравитационного поля	255
5.1.2. Тепловой поток	256
5.1.3. Строение земной коры	256
5.1.4. Строение верхней мантии	257
5.1.5. Данные спутниковой геодезии о современных движениях земной коры	260
5.1.6. О важнейшей роли Таласо-Ферганского разлома в структуре Тянь-Шаня	262
5.2. Исследования на площади Нурекского водохранилища	265
5.2.1. Режимные сейсмические просвечивания удаленными взрывами: методы и результаты восстановления картины процессов в среде	271
5.2.2. Корреляция флуктуаций амплитуд с другими полями. Роль метеоусловий	272
5.2.3. Анализ геодинамики по автоструктурным функциям временного хода амплитуд	274
5.2.4. Основные черты АСФ для P- и S-волн для Нурекской схемы наблюдений	276
5.2.5. Влияние изменения уровня воды на временной ход процессов и их скорости	277
5.2.6. Динамика процессов в средах с разной литологией	282
5.2.7. Геодинамические реконструкции по пространственно-временному распределению слабой сейсмичности. Основные закономерности	285
5.2.8. Особенности геодинамики различных участков района	291
5.2.9. Геодинамическая модель земной коры Нурекского района	301
5.2.10. Сравнение данных по сейсмичности и сейсмическому мониторингу	306
5.2.11. Ритм энерговыделения среды района как индикатор геодинамических процессов в коре	307
	415

5.2.12. Сейсмический мониторинг с использованием вибросигнала ГЭС	323
5.3. Исследования на площади Токтогульского водохранилища	331
5.3.1. Сейсмичность района	331
5.3.2. Мониторинг наведенной сейсмичности	334
5.3.3. Наземные геодезические исследования	336
Выводы	338
Глава 6. Техногенная геодинамика земной коры и сейсмический мониторинг как метод ее исследования	339
6.1. Метод сейсмического мониторинга воздействия техногенных вибраций на земную кору: основные черты и возможные вариации схем наблюдений	339
6.1.1. Основные принципы построения метода	339
6.1.2. Источники сейсмических волновых полей	341
6.1.3. Регистрация сейсмических волновых полей	346
6.1.4. Построение системы наблюдений	347
6.1.5. Обработка данных и их интерпретация	356
6.2. Взаимозаменяемость элементов метода, разрешающая способность и предельные возможности	358
6.3. Обобщение новых сведений о земной коре и ее динамике при воздействии техногенных вибраций	370
6.4. Перспективы: объекты наблюдений и возможности управления процессами в среде	383
Выводы	386
Заключение	387
Список литературы	389

Научное издание

**Наталья Константиновна Капустян
Феликс Николаевич Юдахин**

**СЕЙСМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕХНОГЕННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ
НА ЗЕМНУЮ КОРУ И ИХ ПОСЛЕДСТВИЙ**

Рекомендовано к изданию
Президиумом Архангельского научного центра
и НИСО УрО РАН

Редактор **Ю.Б. Корнилов**
Технический редактор **Е.М. Бородулина**
Корректор **Н.В. Каткова**
Компьютерная верстка **Г.П. Чащиной**

ЛР № 020764 от 24.04.98 г.

НИСО УрО РАН № 48(07)–242. Сдано в набор 22.12.06. Подписано в печать 23.04.07.
Формат 70×100 1/16. Бумага типографская. Печать офсетная. Усл. печ. л. 35.
Уч.-изд. л. 35. Тираж 300. Заказ 108.

Оригинал-макет изготовлен в РИО УрО РАН.
620219, Екатеринбург, ГСП-169, ул. Первомайская, 91.

Типография «Уральский центр академического обслуживания».
620219, Екатеринбург, ул. Первомайская, 91.