

Федеральное агентство научных организаций  
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
ИНСТИТУТ ТЕОРИИ ПРОГНОЗА ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ И МАТЕМАТИЧЕСКОЙ  
ГЕОФИЗИКИ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
(ИТПЗ РАН)

УДК 550.34  
Инв. № 2015-6



УТВЕРЖДАЮ

Директор ИТПЗ РАН

член-корреспондент РАН

*А.А. Соловьев* А.А. Соловьев

«12» марта 2015 г.

ОТЧЕТ  
О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ ПО ПРОЕКТУ

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ АНАЛИЗА СЕЙСМИЧЕСКИХ  
ДАННЫХ С ЦЕЛЮ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ  
ПАРАМЕТРОВ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ ОЦЕНКИ ИХ  
НЕГАТИВНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ПРОМЫШЛЕННЫЕ ПРЕДПРИЯТИЯ  
И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ; ИССЛЕДОВАНИЕ И УСТРАНЕНИЕ  
ОШИБОК В РАБОТЕ РЕГИОНАЛЬНЫХ СЕЙСМИЧЕСКИХ СЕТЕЙ  
(промежуточный, за 2014 год)

Заведующий лабораторией № 2  
канд. физ.-мат. наук

Б.Г. Букчин

Москва 2015

## СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Руководитель работы,  
директор ИТПЗ РАН  
чл.-корр. РАН



А.А. Соловьев

Ответственные исполнители:

зав. лаб.  
канд. физ.-мат. наук



Б.Г. Букчин

ст. науч. сотр.

А.В. Ландер

## СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Руководитель работы,  
директор ИТПЗ РАН  
чл.-корр. РАН

А.А. Соловьев

Ответственные исполнители:

зав. лаб.  
канд. физ.-мат. наук

Б.Г. Букчин

ст. науч. сотр.

А.В. Ландер

## РЕФЕРАТ

Отчет 7 с.

**ЦИФРОВЫЕ СЕЙСМИЧЕСКИЕ ЗАПИСИ, СПЕКТРАЛЬНО-ВРЕМЕННАЯ ОБРАБОТКА, БАЗА ДАННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИБОРОВ, МИРОВАЯ СЕТЬ IRIS, КАМЧАТСКАЯ РЕГИОНАЛЬНАЯ СЕТЬ**

Исследования, проводимые по проекту в 2014 году, включали: модификацию и дополнение комплекса программ спектрально-временной обработки цифровых сейсмических записей; создание базы данных характеристик приборов мировой сети IRIS и Камчатской региональной сети.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. ВВЕДЕНИЕ	5
2. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ	6
3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ	7

## 1. ВВЕДЕНИЕ

Проект являлся частью Программы Президиума РАН 4П "Природная среда России: адаптационные процессы в условиях изменяющегося климата и развития атомной энергетики" и исследования по нему выполнялись в рамках подраздела 78 "Катастрофические эндогенные и экзогенные процессы, включая экстремальные изменения космической погоды: проблемы прогноза и снижения уровня негативных последствий" Раздела VIII "Науки о Земле" Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013-2020 годы.

Ранее был создан комплекс программ, предназначенный для массовой обработки цифровых сейсмических данных, который может использоваться и для углубленного исследования отдельных сейсмограмм. Комплекс состоит из основной программы "svandi", выполняющей разнообразные операции спектрального, спектрально-временного и поляриационного анализа данных, а также ряда дополнительных программ подготовки данных и обобщения результатов, которые, при необходимости, могут использоваться в соответствующих задачах. Обработка большого количества волновых форм может проводиться в автоматическом или автоматизированном режиме. Программы используют разнообразные сейсмологические таблицы и разрезы, позволяющие рассчитывать и представлять результаты в удобном для сейсмологической практики виде: автоматически выбирать участки записей, содержащие определенные типы волн, учитывать их геометрическое расхождение, использовать системы координат, ориентированные по лучам распространения волн. Результаты автоматически пересчитываются в необходимую форму записи: смещение, скорость, ускорение. Программы выполняют большинство рутинных операций спектральной обработки: исправление за характеристику прибора, устранение трендов, фильтрации и др. Возможно автоматическое снятие пиковых значений и вычисление моментов записей. Результаты выдаются в графическом виде (графики, карты), а также в виде цифровых массивов, пригодных для дальнейшей обработки.

Поскольку со времени создания комплекса программ прошло несколько лет, то возникла необходимость в его серьезной модификации, что было осуществлено в результате работ по проекту в 2014 году.

## 2. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

За 2014 год был существенно модифицирован и дополнен комплекс программ спектрально-временной обработки цифровых сейсмических записей. Основные направления модификации: адаптация программ к современным форматам хранения данных и автоматизация процесса массовой обработки большого числа (сотен) записей от набора (десятков) землетрясений. Кроме того в основную программу "svandi" добавлено несколько операций, часто используемых в обработке и интерпретации данных. Главные изменения состоят в следующем.

1. Новые модификации программ позволяют непосредственно использовать на входе сейсмограммы в форматах SEED и MINISEED (мировые стандарты хранения данных) без предварительных преобразований.

2. Создана база данных характеристик приборов мировой сети IRIS и Камчатской региональной сети за период с начала 90-х годов 20 века (для Камчатской сети с 1996 г.) до настоящего времени, включающая более 20 тысяч характеристик. Разработаны программы формирования и обновления данной базы, использующие на входе стандартные форматы SEED и DATALESS, а также ряд форматов, применяемых в работе Камчатской сети. Использование базы полностью автоматизировано, что, в частности, позволяет в процессе обработки автоматически приводить любой ансамбль разнородных сейсмограмм к характеристике единого прибора произвольного типа: записи смещения, скорости, ускорения.

3. Разработана программа, существенно упрощающая необходимый процесс отбраковки некачественных записей при наличии большого (до нескольких сотен трехкомпонентных сейсмограмм) объема данных. Программа требует участия аналитика, однако процесс принятия экспертного решения визуализирован и весьма упрощен, требуя лишь указания на мониторе (нажатием мыши) записей, которые должны быть исключены.

4. В программу "svandi" включена возможность использования специальной временной шкалы, основанной на типичных годографах сейсмических волн. Использование данной шкалы значительно упрощает построение стандартных процессов обработки в произвольном интервале эпицентральных расстояний, на которых записаны землетрясения.

5. В программу "svandi" включена возможность вычисления сглаженных временных огибающих и амплитудных спектров.

6. Разработана статистическая методика и программа оценки характерных спектров по большому (произвольному) ансамблю записей, включающая вычисление соответствующих доверительных областей. Программа использовалась при описанном выше сравнении спектров записей глубоких и мелкофокусных землетрясений.

### 3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Модифицированный и дополненный в результате выполнения проекта комплекс программ спектрально-временной обработки цифровых сейсмических записей используется в работе Камчатского филиала Геофизической службы РАН. Его использование вместе с созданной базой данных характеристик приборов мировой сети IRIS и Камчатской региональной сети при обработке цифровых сейсмических записей обеспечивает работы по оценке воздействий от землетрясений, которые могут вызвать ущерб (пиковые ускорения и т.п.). Это важно как для изучения эффектов от землетрясений, так и для осуществления мероприятий по сокращению ущерба от них.