



УДК 550.34.01+550.343.6+550.344.37

НЕВЕЛЬСКОЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ И ЦУНАМИ 2 АВГУСТА 2007 ГОДА, О. САХАЛИН / Б.В. Левин, И.Н. Тихонов, В.М. Кайстренко, Ч.У. Ким, Н.А. Урбан, М.Ю. Андреева, С.А. Борисов, Н.Ф. Василенко, С.П. Вильямов, О.А. Жердева, Т.К. Злобин, Д.Е. Золотухин, Е.П. Ивашова, Т.Н. Ивельская, О.Л. Карташова, П.Д. Ковалев, Д.П. Ковалев, Н.С. Коваленко, А.И. Кожурин, Ю.П. Королев, П.Ю. Королев, Г.Л. Кофф, Ю.Н. Левин, В.Л. Ломтев, О.А. Мельников, В.И. Михайлов, Т.В. Нагорных, С.П. Никифоров, Л.Н. Поплавская, А.С. Прытков, М.И. Рудик, Е.В. Сасорова, Д.А. Сафонов, Е.П. Семенова, Р.С. Сен, В.Н. Соловьев, А.И. Спирин, А.Л. Стром, Ю.И. Троицкая, Т.А. Фокина, В.Н. Храмушин, А.Г. Чернов, Г.В. Шевченко, О.М. Шестакова. – М.: Янус-К, 2009. – 204 с.

ISBN 978-5-8037-0444-7

Рассмотрены сеймотектоника южной части о. Сахалин и общая характеристика сейсмичности этой территории. Описан долгосрочный прогноз сильного землетрясения на юго-западе о-ва Сахалин и его успешная реализация в результате Горнозаводского 2006 года и Невельского 2007 года землетрясений. Выполнен большой объем работ по макросейсмическому обследованию последствий этих землетрясений и цунами 2 августа 2007 г., а также оценке параметров афтершоковых последовательностей и динамике их развития в пространстве и времени. Монография содержит фотоальбом, иллюстрирующий различные проявления Горнозаводского и Невельского землетрясений, а также цунами.

Ключевые слова: сеймотектоника, землетрясения, прогноз землетрясений, инструментальные и макросейсмические данные, цунами, высота заплеска.

Редакторы: член-корреспондент РАН Левин Б.В., к.ф.-м.н. Тихонов И.Н.

Рецензенты: д.ф.-м. М.В. Родкин, д.ф.-м. М.А. Носов.

Издано по решению Ученого Совета Института морской геологии и геофизики Дальневосточного отделения Российской Академии наук

Россия, 693022, Южно-Сахалинск, ул.Науки, 16. E-mail: nauka@imgg.ru

UDK 550.34.01+550.343.6+550.344.37

The 2 August, 2007 Nevelsk earthquake and tsunami, Sakhalin Island / B.W. Levin, I.N. Tikhonov, V.M. Kaistrenko, Ch.U. Kim, N.A. Urban, M.Ju. Andreeva, S.A. Borisov, N.F. Vasilenko, S.P. Viljamov, O.A. Zherdeva, T.K. Zlobin, D.E. Zolotuhin, E.P. Ivashova, T.N. Ivetskaya, O.L. Kartashova, P.D. Kovalev, D.P. Kovalev, N.S. Kovalenko, A.I. Kozhurin, Ju.P. Korolev, P.Ju. Korolev, G.L. Koff, Ju.N. Levin, V.L. Lomtev, O.A. Melnikov, V.I. Mikhailov, T.V. Nagornyh, S.P. Nikiforov, L.N. Poplavskaya, A.S. Prytkov, M.I. Rudik, E.V. Sasorova, D.A. Safonov, E.P. Semenova, R.S. Sen, V.N. Solovjev, A.I. Spirin, A.L. Strom, Ju.I. Troitskaya, T.A. Fokina, V.N. Khramushin, A.G. Chernov, G.V. Shevchenko, O.M. Shestakova. – M.: Yanus-K – 2009. – 204 p.

ISBN 978-5-8037-0444-7

Seismotectonics of the southern part of Sakhalin Island and a general seismicity description of this territory are considered. Long-term prediction of a strong earthquake and its successful realization as a consequence of the Gornozavodsk and Nevelsk earthquakes are described. The large volume of work for a macroseismic inspection of consequences of these events is performed. The estimation of parameters of aftershock sequences and their development in space and time are made. The monograph contains photograph album of various manifestations of the Gornozavodsk and Nevelsk earthquakes.

Key words: seismotectonics, earthquakes, earthquake predictions, instrumental and macroseismic data, tsunami, run-up height.

Editors: corresponding member of RAS Levin B.W., Tikhonov I.N.

The monograph is published according to a decision of the Scientific Board of the Institute of Marine Geology & Geophysics, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences.

Russia, 693022, Yuzhno-Sakhalinsk, Nauki st., 1b.

© ИМГиГ ДВО РАН, 2009.

ISBN 978-5-8037-0444-7

На передней обложке: Разрушения Дома культуры г. Невельск в результате землетрясения 2 августа 2007 г. (фото Коваленко Н.С.)

На титуле: Запись колебаний уровня моря в порту г. Холмск, полученная 2 августа 2007 г. с помощью автономного цифрового донного регистратора гидростатического давления (разработка «СКТБ ЭлПА», г. Углич и Нижегородского технического университета)

На задней обложке: Поднятие бенча на территории Невельского порта в результате землетрясения 2 августа 2007 г. (фото Чиркова С.А.)

Front cover: Damages to the Nevelsk House of Culture caused by the August 2, 2007 earthquake (Photo by N.S. Kovalenko)

Title page: Mareograph of the sea-level fluctuations in the port of Kholmok made using self-contained digital bottom hydrostatic pressure recorder (Joint engineering development by the ElPA Specialized Design Bureau of Uglich and Technical University of Nizhny Novgorod.)

Back cover: Upheaval of the bench on the Nevelsk port territory caused by the August 2, 2007 earthquake (Photo by S.A. Chirkov)

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ (Б.В. Левин, И.Н. Тихонов)	7
ГЛАВА 1. РЕГИОНАЛЬНЫЕ И ЛОКАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ СЕЙСМОТЕКТОНИКИ О-ВА САХАЛИН И РАЙОНА НЕВЕЛЬСКОГО ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ.	9
1.1. Региональные аспекты сейсмоструктуры острова Сахалин (О.А. Мельников)	9
1.2. Локальные аспекты сейсмоструктуры очаговой зоны Невельского землетрясения (В.Л. Ломтев)	20
ГЛАВА 2. СЕЙСМИЧНОСТЬ ЮГА О-ВА САХАЛИН ЗА ПЕРИОД НАБЛЮДЕНИЯ 1905–2005 ГОДЫ	24
2.1. Общая характеристика сейсмичности (Д.А. Сафонов)	24
2.2. Краткое описание сильных ($M \geq 5,5$) землетрясений (Д.А. Сафонов, Т.К. Злобин)	29
ГЛАВА 3. ДОЛГОСРОЧНЫЙ ПРОГНОЗ СИЛЬНОГО ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ НА ЮГО-ЗАПАДЕ О-ВА САХАЛИН	33
3.1. Характер активизации сейсмичности в юго-западной части о-ва Сахалин в 2003–2005 гг. (И.Н. Тихонов)	33
3.2. Долгосрочный прогноз Невельского землетрясения 2 августа 2007 г. (И.Н. Тихонов, Ч.У. Ким)	35
ГЛАВА 4. АНОМАЛЬНЫЕ ЭФФЕКТЫ, НАБЛЮДАВШИЕСЯ ПЕРЕД ГОРНОЗАВОДСКИМ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕМ 2006 Г.	41
4.1. Спутниковый мониторинг поверхности суши на юге о-ва Сахалин (Ю.И. Троицкая, Б.В. Левин)	41
4.2. Наземный мониторинг аномальных эффектов различной природы (И.Н. Тихонов, Ч.У. Ким)	43
4.3. Сейсмогидроакустические наблюдения в замкнутом водоеме вблизи г. Холмск (Б.В. Левин, Е.В. Сасорова)	46
ГЛАВА 5. ГОРНОЗАВОДСКОЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ 17(18) АВГУСТА 2006 Г. – НАЧАЛО РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГНОЗА.	50
5.1. Действия оперативных служб Сахалинского филиала ГС РАН (А.И. Спиринов)	50
5.2. Результаты наблюдений с помощью локальной сети цифровых станций (Ч.У. Ким, В.И. Михайлов, Сен Рак Се, И.Н. Тихонов, О.А. Жердева)	53
5.3. Параметры главного толчка и механизм очага по комплексу локальных, региональных и глобальных данных наблюдений (Л.Н. Поплавская, Т.В. Нагорных, М.И. Рудик)	58
5.4. Результаты обследования последствий землетрясения и его афтершоков	61
5.4.1. Макросейсмические проявления (в баллах) на юге о-ва Сахалин (Т.А. Фокина, Н.С. Коваленко, Н.А. Урбан, Л.Н. Поплавская, Т.В. Нагорных, Д.А. Сафонов)	61
5.4.2. Повреждение жилых и производственных зданий, трещины в грунтах (Т.А. Фокина, Н.С. Коваленко, Н.А. Урбан, Г.Л. Кофф)	68
5.5. Краткосрочный прогноз более сильного сейсмического события (И.Н. Тихонов, Ч.У. Ким)	69

ГЛАВА 6. НЕВЕЛЬСКОЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ 2 АВГУСТА 2007 Г. – ПОЛНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОГНОЗА.	72
6.1. Действия оперативных служб СФ ГС РАН после главного толчка (<i>А.И. Спирун</i>)	72
6.2. Результаты наблюдений с помощью локальной сети цифровых станций, анализ инструментальных данных (<i>Ч.У. Ким, В.И. Михайлов, Сен Рак Се, Ю.Н. Левин, О.А. Жердева, Е.П. Семенова</i>)	75
6.2.1. Инструментальные данные о главном толчке и афтершоках	75
6.2.2. Карта эпицентров землетрясений, вертикальные разрезы	78
6.2.3. Сейсмический режим Невельского землетрясения	80
6.2.4. Обсуждение результатов и выводы.	82
6.3. Косейсмические деформации земной поверхности в результате Невельского землетрясения 02 августа 2007 г. (<i>Н.Ф. Василенко, А.С. Прытков</i>)	84
6.4. Параметры главного толчка и механизм очага по комплексу локальных, региональных и глобальных данных наблюдений (<i>Л.Н. Поплавская, Т.В. Нагорных, М.И. Рудик</i>)	89
6.5. Результаты обследования последствий землетрясения и его афтершоков.	92
6.5.1. Макросейсмические проявления (в баллах) на юге о-ва Сахалин (<i>Н.А. Урбан, Т.А. Фокина, Н.С. Коваленко, Л.Н. Поплавская, Т.В. Нагорных, В.М. Кайстренко, Е.П. Семенова, М.Ю. Андреева, Д.А. Сафонов</i>)	92
6.5.2. Геологическое обследование (характер разрушений и повреждений, подъем дна моря и другие эффекты) (<i>А.Л. Стром, А.И. Кожурин, С.П. Никифоров, В.Л. Ломтев</i>)	122
6.6. Организация эвакуации пострадавших жителей Невельского района (<i>Е.П. Ивашова</i>)	128
6.7. Организация проектирования и строительства объектов жилищного фонда, инженерной инфраструктуры, социальной сферы, объектов федерального значения (<i>Е.П. Ивашова</i>)	129
6.8. Невельское землетрясение: отражение в СМИ (<i>О.М. Шестакова</i>)	131
ГЛАВА 7. НЕВЕЛЬСКОЕ ЦУНАМИ 2 АВГУСТА 2007 Г. И ДРУГИЕ ОПАСНЫЕ МОРСКИЕ ЯВЛЕНИЯ НА ЮГО-ЗАПАДНОМ ПОБЕРЕЖЬЕ О. САХАЛИН	136
7.1. Проявления Невельского цунами 2 августа 2007 г. на побережье Татарского пролива (<i>В.М. Кайстренко, В.Л. Ломтев, Н.А. Урбан, Т.Н. Ивельская, Т.А. Фокина, Б.В. Левин, М.Ю. Андреева, Е.П. Семенова, О.Л. Карташова, Н.С. Коваленко, Ю.П. Королев, П.Ю. Королев</i>)	136
7.1.1. Исторические цунами на сахалинском побережье Татарского пролива	136
7.1.2. Невельское цунами 2 августа 2007 г.	137
7.1.3. Особенности Невельского цунами	139
7.2. Численное моделирование распространения цунами от очага Невельского землетрясения (<i>Д.Е. Золотухин, В.Н. Храмушин</i>)	140
7.3. Экспериментальные исследования опасных морских явлений у юго-западного побережья о.Сахалин (<i>П.Д. Ковалев, Г.В. Шевченко, Д.П. Ковалев, А.Г. Чернов</i>)	142
7.3.1. Цунами	142
7.3.2. Характеристика штормовых нагонов	148
7.4. Акустическая активность зоны разлома Невельского землетрясения (<i>Б.В. Левин, С.А. Борисов</i>)	151
Список литературы.	156
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. ФОТОАЛЬБОМ	161
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. ДЕТАЛЬНОЕ СЕЙСМИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ Г.НЕВЕЛЬСК	
(<i>Ч.У. Ким, В.Н. Соловьев, С.П.Никифоров</i>)	189

CONTENTS

PREFACE (<i>B.W. Levin, I.N. Tikhonov</i>)	7
CHAPTER 1. REGIONAL AND LOCAL SEISMOTECTONIC ASPECTS OF SAKHAIN AND NEVELSK EARTHQUAKE AREA	9
1.1. Regional aspects of the Sakhalin island seismotectonics (<i>O.A. Melnikov</i>)	9
1.2. Local aspects of the Nevelsk earthquake focal zone seismotectonics (<i>V.L. Lomtev</i>)	20
CHAPTER 2. SEISMICITY OF THE SAKHALIN ISLAND FOR THE 1905–2005 YEARS OBSERVATIONAL PERIOD	24
2.1. General characterization of the seismicity (<i>D.A. Safonov</i>)	24
2.2. Short description of the strong ($M \geq 5,5$) earthquakes (<i>D.A. Safonov, T.K. Zlobin</i>)	29
CHAPTER 3. LONG-TERM PREDICTION OF A STRONG EARTHQUAKE ON THE SOUTH-WEST OF THE SAKHALIN ISLAND	33
3.1. Seismicity intensification pattern in the south-western part of Sakhalin in 2003–2005 (<i>I.N. Tikhonov</i>)	33
3.2. Long-term prediction of the Nevelsk earthquake of August 2, 2007 (<i>I.N. Tikhonov, Ch.U. Kim</i>)	35
CHAPTER 4. ANOMALOUS PHENOMENA OBSERVED BEFORE THE GORNOZAVODSK EARTHQUAKE OF 2006	41
4.1. Satellite monitoring of the land surface on the south of Sakhalin (<i>Yu.I. Troutsckaya, B.W. Levin</i>)	41
4.2. Land-based monitoring of anomalous phenomena of different nature (<i>I.N. Tikhonov, Ch.U. Kim</i>)	43
4.3. Seismo hydro-acoustic observations in an enclosed pond near Kholmsk (<i>B.W. Levin, E.V. Sasorova</i>)	46
CHAPTER 5. GORNOZAVODSK EARTHQUAKE OF AUGUST 17(18) 2006. – INITIAL PHASE OF PREDICTION CONFIRMATION	50
5.1. Actions by the prompt monitoring and processing services of the Sakhalin Branch of the RAS Geophysical Service (<i>A.I. Spirin</i>)	50
5.2. Observational results obtained using local network of digital stations (<i>Ch.U. Kim, V.I. Mikhailov, Sen Rak Se, I.N. Tikhonov, O.A. Zherdeva</i>)	53
5.3. Parameters of the main shock and focal mechanism based on a complex of local, regional and global observational data (<i>L.N. Poplavskaya, T.V. Nagornykh, M.I. Rudik</i>)	58
5.4. Findings of the earthquake and aftershock effects survey	61
5.4.1. Macroseismic effects (MSK-64 scale) in the south of Sakhalin (<i>T.A. Fokina, N.S. Kovalenko, N.A. Urban, L.N. Poplavskaya, T.V. Nagornykh, D.A. Safonov</i>)	61
5.4.2. Destruction of the residential and industrial buildings, soil cracking (<i>T.A. Fokina, N.S. Kovalenko, N.A. Urban, G.L. Koff</i>)	68
5.5. Short-term prediction of the stronger seismic event (<i>I.N. Tikhonov, Ch.U. Kim</i>)	69

CHAPTER 6. NEVELSK EARTHQUAKE OF AUGUST 2, 2007. – COMPLETE CONFIRMATION OF THE FORECAST	72
6.1. Actions by the prompt monitoring and processing services of the Sakhalin Branch of the RAS Geophysical Service following the main shock (<i>A.I. Spirin</i>)	72
6.2. Observational results obtained using local network of digital stations and interpretation of instrumentation data (<i>Ch.U. Kim, V.I. Mikhailov, Sen Rak Se, Yu.N. Levin, O.A. Zherdeva, E.P. Semenova</i>)	75
6.2.1. Instrumentation data on main shock and aftershocks	75
6.2.2. Map of epicenters, vertical sections	78
6.2.3. Seismic regimen of the Nevelsk earthquake	80
6.2.4. Discussion of results and conclusions	82
6.3. Land surface coseismic deformations in the August 2, 2007 Nevelsk earthquake (<i>N.F. Vasilenko, A.S. Prytkov</i>)	84
6.4. Parameters of the main shock and focal mechanism based on a complex of local, regional and global observational data (<i>L.N. Poplavskaya, T.V. Nagornykh, M.I. Rudik</i>)	89
6.5. Findings of the earthquake and aftershock effects survey	92
6.5.1. Macroseismic effects (MSK-64 scale) in the south of Sakhalin (<i>N.A. Urban, T.A. Fokina, N.S. Kovalenko, L.N. Poplavskaya, T.V. Nagornykh, V.M. Kaistrenko, E.P. Semenova, M.Yu. Andreeva, D.A. Safonov</i>)	92
6.5.2. Geological survey (type of destruction and damage, sea bottom upheaval and other effects) (<i>A.L. Strom, A.I. Kozhurin, S.P. Nikiforov, V.L. Lomtev</i>)	122
6.6. Organization of activities on evacuation of the earthquake affected residents of the Nevelsk district (<i>E.P. Ivashova</i>)	128
6.7. Organization of activities on the design and construction of residential housing, engineering and social infrastructure and federal projects (<i>E.P. Ivashova</i>)	129
6.8. Nevelsk earthquake: Media reporting (<i>O.M. Shestakova</i>)	131
CHAPTER 7. NEVELSK TSUNAMI OF THE AUGUST 2 2007 AND OTHER DANGEROUS MARINE PHENOMENA ON THE SOUTH-WESTERN COAST OF SAKHALIN	136
7.1. Effects of the Nevelsk tsunami of August 2 2007 in the Tatar Strait coast (<i>V.M. Kaistrenko, V.L. Lomtev, N.A. Urban, T.N. Ivelskaya, T.A. Fokina, B.V. Levin, M.Yu. Andreeva, E.P. Semenova, O.L. Kartashova, N.S. Kovalenko, Yu.P. Korolev, P.Yu. Korolev</i>)	136
7.1.1 Historical tsunami in the Sakhalin coast of the Tatar Strait	136
7.1.2. Nevelsk tsunami of the August 2, 2007	137
7.1.3. Features of the Nevelsk tsunami	139
7.2. Numerical modeling of tsunami propagation from the Nevelsk earthquake focus (<i>D.E. Zolotukhin, V.N. Khramushin</i>)	140
7.3. Experimental studies of the dangerous marine phenomena near south western coast of Sakhalin (<i>P.D. Kovalev, G.V. Shevchenko, D.P. Kovalev, A.G. Chernov</i>) . . .	142
7.3.1. Tsunami	142
7.3.2. Characterization of storm surge	148
7.4. Acoustic activity in the Nevelsk earthquake fault area (<i>B.W. Levin, S.A. Borisov</i>)	151
Literature	156
APPENDIX 1. PHOTO ALBUM	161
APPENDIX 2. DETAILED SEISMIC ZONING OF THE NEVELSK URBAN AREA (<i>Ch.U. Kim, V.N. Soloviev, S.P. Nikiforov</i>)	189