МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ МОРСКОЙ ГЕОЛОГИИ И ГЕОФИЗИКИ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

САХАЛИНСКИЙ ФИЛИАЛ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ФЕДЕРАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ЦЕНТРА ЕДИНОЙ ГЕОФИЗИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

THE MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF THE RUSSIAN FEDERATION INSTITUTE OF MARINE GEOLOGY AND GEOPHYSICS FAR EASTERN BRANCH OF THE RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES

> FEDERAL RESEARCH CENTER GEOPHYSICAL SURVEY OF RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES SAKHALIN BRANCH

D.A. Safonov, N.V. Nagornykh, N.S. Kovalenko

SEISMICITY OF THE AMUR AND PRIMORYE REGION



Yuzhno-Sakhalinsk 2019

Д.А. Сафонов, Т.В. Нагорных, Н.С. Коваленко

СЕЙСМИЧНОСТЬ РЕГИОНА ПРИАМУРЬЕ И ПРИМОРЬЕ



Южно-Сахалинск 2019

УДК 550.34

C 217

Сафонов Д.А., Нагорных Т.В., Коваленко Н.С. Сейсмичность региона Приамурье и Приморье / ред. канд. физ.-мат. наук А.С. Прытков.– Южно-Сахалинск: ИМГиГ ДВО РАН, 2019. – 104 с. + 1 электрон. опт. диск (CD).

ISBN 978-5-6040621-0-4

DOI: 10.30730/978-5-6040621-0-4.2019-1

В работе представлена информация о сейсмичности региона Приамурье и Приморье. Приведен каталог основных и дополнительных параметров землетрясений с 1865 по 2015 год, а также сведения, которые могут помочь в интерпретации данных каталога. Показано положение региона с сейсмологической позиции в тектонических структурах Дальнего Востока. Представлены комплексные фактические данные по всем крупным землетрясениям региона. Проведен анализ коровой и мантийной сейсмичности. На основе известных механизмов очагов землетрясений получены оценки поля тектонических напряжений в коре и верхней мантии региона.

Работа представляет интерес для широкого круга специалистов в области сейсмологии, сейсмотектоники, геологии и геодинамики Дальнего Востока России, а также всех, кто интересуется историей развития науки в этом регионе.

Полная версия каталога представлена на CD.

Ключевые слова: Приамурье, Приморье, землетрясение, сейсмичность, сейсмическая активность, каталог, сейсмотектоника, механизм очага.

Ответственный редактор: канд. физ.-мат. наук А.С. Прытков **Рецензент:** канд. геол.-мин. наук Я.Б. Радзиминович

Печатается по решению Ученого совета

Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института морской геологии и геофизики Дальневосточного отделения Российской академии наук. Россия, 693022, г. Южно-Сахалинск, ул. Науки, д. 1Б; e-mail: nauka@imgg.ru

> © Сафонов Д.А., Нагорных Т.В., Коваленко Н.С., 2019 © ИМГиГ ДВО РАН, 2019 © СФ ФИЦ ЕГС РАН, 2019

UDC 550.34

S 217

Safonov D.A., Nagornykh T.V., Kovalenko N.S. Seismicity of the Amur and Primorye region / Edit by A.S. Prytkov. – Yuzhno-Sakhalinsk: IMGG FEB RAS, 2019. – 104 p. + 1 electron. opt. disk (CD).

ISBN 978-5-6040621-0-4

DOI: 10.30730/978-5-6040621-0-4.2019-1

The published work presents information on the seismicity of the Amur and Primorye region. The catalog of basic and additional parameters of earthquakes is given from 1865 to 2015, as well as information that can help in the interpretation of catalog data. The position of the region from the seismological point of view in the tectonic structures of the Far East is shown. Comprehensive factual data are presented for all major earthquakes in the region. The analysis of the crust and mantle seismicity is carried out. The seismicity of the earth's crust and mantle is analyzed. On the basis of known earthquake focal mechanisms received a field of tectonic stress in the crust and upper mantle.

The work will be of interest to a wide range of specialists in seismology, seismotectonics, geology and geodynamics of the Far East of Russia, as well as all those who are interested in the history of science in this region.

The full version of the catalogue is available on CD.

Key words: Amur, Primorye, earthquake, seismicity, seismic activity, catalog, seismotectonics, focal mechanism.

Executive editor: cand. phys.-math. sciences A.S. Prytkov **Reviewer:** cand. geol.-miner. sciences Ya.B. Radziminovich

The book is published according to decision of the Scientific Council of the Institute of Marine Geology & Geophysics Far Eastern Branch of the Russion Academy of Sciences. Russia, 693022, Yuzhno-Sakhalinsk, Nauki str. 1 B; e-mail: nauka@imgg.ru



© Safonov D.A., Nagornykh T.V., Kovalenko N.S., 2019 © IMGG FEB RAS, 2019 © SF FRC GS RAS, 2019

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие
Введение
Глава 1. Развитие региональной сети сейсмологических наблюдений
Глава 2. Представительность каталога землетрясений
Глава 3. Структура каталогов землетрясений и очистка от взрывов
Глава 4. Разломная тектоника и сейсмогенные зоны Приамурья и Приморья
Глава 5. Сейсмичность Приамурья и Приморья
5.1 Глубокофокусные землетрясения
5.2 Коровые землетрясения. Общая характеристика
5.3 Становой район (№ 1)
5.4 Янкан-Тукурингра-Джагдинский район (№ 2)
5.5 Зейско-Селемджинский район (№ 3)
5.6 Турано-Буреинский район (№ 4)
5.7 Сихотэ-Алинский район (№ 5)
5.8 Приграничный район (№ 6)49
Глава 6. Реконструкция тектонических напряжений в коре и мантии региона
Заключение
Список литературных источников
Приложение 1А. Каталог землетрясений региона Приамурье и Приморье 1865–2015 гг. магнитудой М ≥ 3.3
Приложение 2. Каталог механизмов очагов землетрясений региона Приамурье и Приморье 1964–2014 гг

Ha CD:

Приложение 1. Каталог землетрясений региона Приамурье и Приморье 1865–2015 гг. **Приложение 2.** Каталог механизмов очагов землетрясений региона Приамурье и Приморье 1964–2014 гг.

ПРЕДИСЛОВИЕ



Данная работа посвящена нашему учителю-наставнику Леониду Семеновичу Оскорбину (1934-2006), который был одним из создателей системы сейсмологических наблюдений не только в Приамурье и Приморье, но и на Курильских островах и о. Сахалин. Один из ведущих сейсмологов Сахалинского комплексного научноисследовательского института (СахКНИИ) ДВНЦ АН СССР (в настоящее время Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН, ЮжноСахалинск), он активно участвовал в организации и развитии сети сейсмических станций, в совершенствовании методики сейсмологических наблюдений, составлении сейсмологических каталогов, изучении их представительности, повторяемости землетрясений, обосновании зон ВОЗ, а также в работах по сейсмическому районированию Дальнего Востока. При его участии опубликовано более двух сотен научных работ.

Haref M

Т.В. Нагорных

Н.С. Коваленко

ВВЕДЕНИЕ

Приамурье и Приморье относятся к числу сейсмоактивных областей России с умеренной сейсмичностью. Данный регион площадью примерно 1 000 000 км² включает территорию Приморского края, Амурской области, Еврейской автономной области, Хабаровского края до 56° с. ш. и приграничную территорию Китая.

Первые сведения о землетрясениях в Приморской и Амурской областях содержатся в каталоге И.В. Мушкетова и А.П. Орлова [Мушкетов, Орлов, 1893]. Ранние сведения о землетрясениях Забайкалья, Приамурья, Приморья с 1700 по 1936 г. можно почерпнуть из публикаций А.С. Уланова [Уланов, 1932] и В.В. Попова [Попов, 1939].

Сейсмичность, геология, сейсмотектоника Приамурья, особенно района прохождения Байкало-Амурской железнодорожной магистрали, были детально изучены в 1960–80 годы [Красный, 1963; Николаев и др., 1979, 1982, 1989; Бельтенев, 1982; Солоненко и др., 1985; и др.]. Остальная часть Приамурья и особенно Приморье, где происходило много весьма заметных землетрясений, также не оставались без внимания [Даммер, 1971; Аргентов и др., 1976; Леонов и др., 1977; Салун, 1978; Органова, Кручинина, 1978; Бормотов, Войтенок, 1998; Маскеу at al., 2003, 2012; Имаев и др., 2003; Степашко, 2011; Диденко и др., 2017; и др.].

В Институте морской геологии и геофизики ДВО РАН изучением региона Приамурье и Приморье руководил Л.С. Оскорбин. Леонид Семенович в целях изучения сейсмотектонического режима и сейсмического районирования Приамурья и Приморья начал составлять каталог землетрясений, провел детальный анализ сейсмического режима, макросейсмических проявлений, выполнил районирование территории по сейсмогенным зонам.

Данная работа во многом опирается на предложенную Л.С. Оскорбиным основу: границы территории, схему построения материала, собранные данные и публикации [Оскорбин, 1977; Оскорбин, Бобков, 1997а, 1997б; и др.]. Разломная тектоника региона представлена согласно монографии под редакцией Г.А. Шаткова, А.С. Вольского [Тектоника..., 2004].

Основой для публикуемого каталога послужил в первую очередь «Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР с древнейших времен до 1975 г.», включающий каталог землетрясений Приморья и Приамурья за 1865–1973 гг. [Новый Каталог..., 1977]. В составлении данного каталога принимали участие: А.А. Емельянова, Б.М. Козьмин (Якутский филиал СО АН СССР), Н.В. Шебалин (ИФЗ АН СССР), Л.С. Оскорбин, Н.Н. Леонова и Т.В. Нагорных (СахКНИИ ДВНЦ АН СССР).

Каталог за те же и последующие годы был дополнен материалами из других источников [Даммер, 1971; Оскорбин, 1977; Солоненко и др., 1985; Николаев и др., 1989; Ким, Андреева, 2012; и др.], а также материалами из ежегодников «Землетрясения в СССР», начавших выходить в 1962 г. С 1975 по 2007 г. привлечены данные Сахалинской опытно-методической сейсмологической партией (СОМСП)/СФ ГС РАН, опубликованные в ежегодниках «Землетрясения в СССР» и «Землетрясения Северной Евразии». С 2008 по 2015 г. использованы рабочие материалы СФ ГС РАН.

Ответственными составителями каталогов, а также основными авторами статей по сейсмичности Приамурья и Приморья в сборниках «Землетрясения в СССР» и «Землетрясения Северной Евразии» являлись: Л.С. Оскорбин, Т.В. Нагорных, Л.Н. Поплавская (с 1974 по 1980 г.), А.А. Шолохова (с 1980 по 1999 г.), Н.С. Коваленко (с 1999 г. по наст. время). Автором большинства решений механизмов очагов землетрясений является М.И. Рудик.

Основная цель данной работы – представить вниманию специалистов наиболее полный каталог землетрясений региона Приамурье и Приморье, а также необходимые для работы с ним данные о развитии сети сейсмологических наблюдений, представительности каталога, способе приведения к единой магнитудной оценке.

Представляемый каталог ограничен периодом с 1865 г., когда появились первые данные, позволившие впоследствии установить параметры очага землетрясения, по 2015 г., последний год инструментальных измерений с применением аналоговых сейсмометров на территории региона. Дополнительно приведен краткий анализ сейсмичности территории. На основе представленного каталога механизмов очагов землетрясений выполнена реконструкция поля тектонических напряжений в земной коре региона и участке мантии под территорией Приморья.

ГЛАВА 1 развитие региональной сети сейсмологических наблюдений

В первой половине XX века регистрация землетрясений в рассматриваемом регионе производилась сейсмостанцией «Владивосток» (открыта в 1929 г.) и удаленными станциями, ближайшая из которых располагалась в г. Иркутск [Николаев и др., 1989].



Рис. 1.1. Сейсмические станции Приамурья и Приморья и прилегающих регионов. Указаны годы открытия и прекращения наблюдений. Черные треугольники – действующие в 2015 г., белые треугольники – закрытые.

Макросейсмические данные о землетрясениях этого периода носят отрывочный характер: первые достоверные сведения о них относятся к 60-м годам XIX в. [Мушкетов, Орлов, 1893]. Наиболее полные сводки о землетрясениях конца XIX – начала XX вв. опубликованы в [Уланов, 1932] и [Попов, 1939]. Большая работа по сбору информации и оценке численных значений параметров землетрясений была проведена в ходе подготовки «Нового каталога сильных землетрясений на территории СССР с древнейших времен до 1975 г.» [Новый каталог..., 1977]. Следующий этап в изучении сейсмичности Приамурья и Приморья начался с развития сетей сейсмических станций в соседних сейсмоактивных регионах и установки современных сейсмографов регионального типа. Так в 1951 г. созданы сейсмостанции в городах Углегорск и Южно-Сахалинск (о. Сахалин), Магадан и Петропавловск-Камчатский, в 1957 г. открылась сейсмостанция в г. Якутск, а в 1958 г. в г. Оха (о. Сахалин). Все эти сейсмостанции первоначально были оснащены сейсмографами общего типа с увеличением до 1 000 на периодах 1–10 с, аппаратура СК-3, ВЭГИК.

В 1961 г. Институт земной коры СО АН СССР и Якутский филиал СО АН СССР открыли сейсмостанции регионального типа с увеличением сейсмографов до 50 000 на периодах 0.6-0.7 с в пос. Тупик (восток Читинской области), Усть-Нюкжа (северо-запад Амурской области) и Чульман (юг Якутии). Кроме того, СахКНИИ в 1962-1966 гг. на сейсмических станциях в г. Южно-Сахалинск, Углегорск и Оха были установлены сейсмографы регионального типа с увеличением до 30 000, а в конце 1966 г. открыта сейсмостанция регионального типа в пос. Тымовское (центральная часть Сахалина) с увеличением сейсмической аппаратуры до 100 000 на периодах от 0.5-0.7 с. Значительным событием следует считать организацию в 1970 г. сейсмической станции в г. Николаевск-на-Амуре (первой станции на территории Приамурья), оснащенной сейсмографами регионального типа с увеличением до 150 000 на периодах 0.5-0.7 с. Примерно в эти же годы и другие станции переоборудуются аппаратурой СКД и СКМ-3.

СахКНИИ ДВНЦ АН СССР для выполнения научно-исследовательской темы «Изучение влияния заполнения водохранилища Зейской ГЭС на изменение степени сейсмической опасности прилегающей территории» в 1974-1976 гг. организовал сейсмические станции регионального типа в пос. Бомнак, Кировский, Ясный и в г. Зея. Следующим шагом в развитии системы инструментальных наблюдений за землетрясениями было открытие в 1978-1980 гг. сейсмических станций, предназначенных для выполнения научно-исследовательских работ по изучению сейсмичности и сейсмического режима территории восточного участка зоны БАМ в пос. Горный (близ г. Комсомольск-на-Амуре), Хохлатское (вблизи г. Ромны), Экимчан и Хинганск. Кроме того, в конце 1980 г. организована сейсмостанция в пос. Лазарев, расположенном южнее Николаевска-на-Амуре (Хабаровский край).

В ноябре 1980 г. на базе отдела сейсмических стационаров СахКНИИ была образована Сахалинская опытно-методическая сейсмологическая партия (СОМСП) под руководством Л.С. Оскорбина, унаследовавшая сеть сейсмических стационаров и задачу мониторинга территории Приамурья и Приморья, Сахалина и Курильских островов.

Для изучения сейсмичности южного Приморья в 1982 г. была открыта сейсмическая станция в пос. Терней, в 1988 г. – станции на юге Приморья в пос. Горноводное, Зимники, в 1990 г. в пос. Горнотаежное. В апреле 1984 г. станция «Хинганск» прекратила свою работу, вместо нее началось использование записей расположенной относительно недалеко сейсмостанции «Кульдур», принадлежащей ИФЗ АН СССР.

Таким образом, созданная сеть сейсмостанций Приамурья и Приморья совместно близрасположенными станциями Сахалина (г. Углегорск, Оха, пос. Ныврово, Тымовское), Якутии (пос. Чульман, Чагда) и Байкальской сети (пос. Чара, Неляты, Средний Калар, Тупик) обеспечивала такой уровень представительности регистрируемых здесь землетрясений, который позволял накапливать необходимый однородный фонд исходных данных для получения объективных сейсмологических характеристик. К концу рассматриваемого периода (1991 г.) возможности сети позволяли без пропусков регистрировать землетрясения с магнитудами *MLH* ≥ 2.0 на территории Амурской области и южного Приморья и $MLH \ge 3.0$ на остальной территории (рис. 2.1).

В начале 90-х годов в связи с недофинансированием сейсмические станции начали закрываться. В 1992 г. закрыты станции в пос. Горноводное, Зимники, Горнотаежное; в 1993 г. – в пос. Ныврово (о. Сахалин), в 1994 г. – в пос. Лазарев, Терней, Ноглики, г. Оха (о. Сахалин), в 1995 – в пос. Тунгурча (Якутия), в 1998 г. – Средний Калар (Байкал); в 1999 г. – в пос. Усть-Уркима (Якутия). Ухудшение конфигурации сети сейсмических станций привело к снижению представительности регистрации землетрясений, особенно в Приморье, фактически прежние регистрационные возможности остались только в Амурской области благодаря сети мониторинга Зейского приводохранилищного района.

Катастрофическое Нефтегорское землетрясение 28 мая 1995 г. напомнило о важности сейсмического мониторинга Дальнего Востока. В дальнейшем СОМСП, вошедшая в апреле 1995 г. в состав Геофизической службы РАН, старалась всеми силами поддерживать существующую сеть станций, изыскивая возможности для настройки и ремонта устаревающей аналоговой аппаратуры.

Первой широкополосной цифровой станцией в зоне ответственности Сахалинского ОМСП можно считать комплекс аппаратуры (датчики Streckeisen STS-1, Geotech GS-13), установленной в мае 1992 г. на сейсмостанции «Южно-Сахалинск» в соответствии с «Соглашением о сотрудничестве в области наблюдательной сейсмологии для поддержки фундаментальных и прикладных исследований» в рамках Российско-американского межправительственного соглашения по экономическому и техническому сотрудничеству [Спирин, Левин, 2008], впрочем, на представительности каталога землетрясений Приамурья и Приморья это не сказалось. С мая 2005 г. сейсмостанция «Владивосток» перестала передавать информацию в отдел сводной обработки СФ ГС РАН; фактически и до этого момента полезных данных от этой станции поступало мало в связи с неудачным ее расположением в центре города.

Переход на цифровую аппаратуру в Приамурье и Приморье начался только в 2005-2006 гг., когда в рамках Соглашения о научном сотрудничестве по проекту «Исследования сейсмотектоники Охотоморской плиты» между Сообществом университетов Японии, с одной стороны, и институтами Российской академии наук и Геофизической службой РАН, с другой, на базе сейсмостанций «Зея», «Горный», «Терней», в г. Хабаровск на территории ИТиГ ДВО РАН, на базе астрофизической обсерватории в пос. Горнотаежный, а также на Сахалине на базе сейсмических стационаров «Оха» и «Тымовское» были установлены комплекты аппаратуры, включающие регистратор Datamark LS7000XT, трехкомпонентные датчики: широкополосный STS-2, короткопериодный L4C-3D, системы связи и привязки по времени к GPS. В августе 2007 года в пос. Охотск на севере Хабаровского края был установлен еще один комплект аппаратуры с Datamark. Впрочем, к обработке новых цифровых данных удалось приступить не сразу ввиду неадаптированности методов обработки, программного обеспечения и отсутствия опыта у операторов.

В октябре 2008 г. на геофизическом полигоне ТОИ ДВО РАН (г. Владивосток) «Мыс Шульца» в рамках проекта «Развитие сети сейсмологических наблюдений и средств обработки и передачи данных в целях предупреждения о цунами» федеральной целевой программы «Снижение рисков и смягчение последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в Российской Федерации до 2010 г.» сотрудниками Камчатского филиала Геофизической службы РАН и ТОИ ДВО РАН установлен широкополосный велосиметр Guralp CMG-3ESPB [Долгих и др., 2010].

В рамках комплексной программы поддержки фундаментальных исследований ДВО «Современная геодинамика, активные геоструктуры и природные опасности Дальнего Востока России» на территории Приамурья и о. Сахалин в 2009 г. сотрудниками ИМГиГ ДВО РАН и ИТИГ ДВО РАН (г. Хабаровск) был установлен ряд цифровых сейсмостанций. Аппаратный комплекс включает трехкомпонентный широкополосный сейсмометр RefTek 151-120, цифровой регистратор RefTek 130-01 и GPS-приемник [Ханчук и др., 2011]. Приборы были установлены в населенных пунктах Чегдомын, Ванино, Благовещенск, на базе сейсмических станций о. Сахалин «Углегорск» и «Южно-Сахалинск» и станции «Николаевск» в Приамурье. Только для части станций удалось наладить постоянную непрерывную работу. Данные с пунктов установки «Чегдомын» и «Ванино» начали поступать в отдел сводной обработки СФ ГС РАН и привлекаться для пополнения каталогов землетрясений Приамурья и Приморья.

В связи с фактическим закрытием пос. Ясный Амурской области, в апреле 2009 г. сейсмостанция «Ясный» была остановлена, аналоговое оборудование было перенесено во вновь открывшийся сейсмический стационар в пос. Октябрьский, который начал работу в январе 2010 г.

В 2010 г. в Сахалинском филиале Геофизической службы РАН в смежном регионе о. Сахалин в рамках упоминавшейся федеральной целевой программы «Снижение рисков и смягчение последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в РФ до 2010 г.» были установлены трехкомпонентные датчики широкополосного велосиграфа СМG-6TD и акселерографа СМG-5T/TD на сейсмостанциях «Углегорск» и «Тымовское», а также во вновь открытых «Новоалександровск» и «Ноглики». В 2011 г. комплект аппаратуры Guralp был установлен на приморской сейсмостанции «Терней».

С 2011 г. регистрация аналоговой аппаратурой на всех станциях о. Сахалин остановлена, в 2012 г. остановлено аналоговое оборудование на станции «Терней».

В декабре 2012 г. на сейсмостанции «Зея» установлен цифровой регистратор UGRA с полным комплектом сейсмоприемников СМ-3КВ-1. В июне 2013 г. комплекс UGRA+CM-3OC установлен и введен в эксплуатацию на сейсмостанции «Николаевск-на-Амуре». Это позволило остановить 30 сентября 2013 г. на станции все аналоговые регистраторы. 12 октября 2013 г. на сейсмостанции «Николаевск-на-Амуре» дополнительно установлен акселерометр Guralp CMG-5TDE. 30 ноября 2013 г. все аналоговые регистраторы остановлены на станции «Горный». В августе 2014 г. цифровые акселерометры Guralp CMG-5TDE установлены на сейсмостанциях «Зея», «Кировский» и «Октябрьский», а в октябре - на сейсмостанции «Экимчан». Аналоговая регистрация на сейсмостанции «Зея» остановлена.

21 сентября 2015 г. на сейсмостанции «Экимчан» установлен и запущен в работу регистрирующий комплекс Datamark в составе сейсмометров STS-2, L4C-3D и регистратора LS7000XT. 17 октября на последней сейсмостанции с только аналоговым оборудованием «Бомнак» установлен цифровой регистратор акселерометр Guralp CMG-5TDE. 30 сентября 2015 г. остановлены и демонтированы последние регистраторы с аналоговой формой записи СКМ-3 и аппаратура СЗСЗ¹ ждущего режима на сейсмостанциях третьего класса Зейского куста. Таким образом, аналоговая регистрация на территории Приамурья и Приморья прекратилась.

Пункт наблюдения (организация) ²	Код станции	Координаты		Аналоговая аппаратура		Цифровая аппаратура		
		широта	долгота	начало работы	конец работы	начало работы	Примечания	
Сейсмические станции на территории Приамурья и Приморья								
Владивосток (ГС РАН)	ВЛД VLA	43.12	131.89	12.1929	(2005)	07.2005	В 2005–2015 гг. данные не поступали в центр обработки СФ ГС РАН	
Кульдур (ГС РАН)	КЛД KLR	49.23	131.75	09.1954 (1984)	10.2010	(09.2015)	Использование в сводной обработке началось с 1984 г. 2013–2015 гг. данные были не доступны	
Николаевск-на- Амуре (СФ ГС РАН)	НКЛ NKL	53.15	140.68	07.1970	09.2013	2009		
Кировский (СФ ГС РАН)	KPC KROS	54.43	126.98	04.1974	09.2015	08.2014		
Бомнак (СФ ГС РАН)	БМН BMKR	54.71	128.85	11.1974	09.2015	09.2015		
Ясный (СФ ГС РАН)	ЯCН YASR	53.29	127.98	12.1974	05.2009			
Зея (СФ ГС РАН)	ЗЕЯ ZEA	53.76	127.29	06.1976	08.2014	07.2006		
Горный (СФ ГС РАН)	ГРН GRNR	50.76	136.45	12.1978	11.2013	08.2005		
Ромны (СОМСП)	РМН	50.72	129.29	10.1978	12.1987			
Экимчан (СФ ГС РАН)	ЭКМ EKMR	53.07	132.95	12.1979	09.2015	08.2014		
Хинганск (СОМСП)	ХНГ	49.129	131.189	07.1980	04.1984			
Лазарев (СОМСП)	ЛЗР	52.168	141.50	12.1979	03.1994			
Терней (СФ ГС РАН)	ТЕЙ ТЕҮ	45.06	136.60	09.1982 10.2001	03.1994	09.2005		
Горноводное (СОМСП)	ГРВ	43.73	134.25	07.1988	09.1992			
Зимники (СОМСП)	3MH	45.47	134.25	07.1988	03.1994			
Горнотаежное (СФ ГС РАН)	ГРТ GRTR	43.70	132.16	06.1990	04.1992	08.2006		
Хабаровск (СФ ГС РАН)	ХБР KHBR	48.47	135.05			08.2005		
Мыс Шульца (ГС РАН)	MSH	42.58	131.16			10.2008		
Чегдомын (ИТИГ ДВО РАН)	CHMN A720	51.14	133.04			2009		
Ванино (ИТИГ ДВО РАН)	VNNI A732	49.09	140.25			2009		
Октябрьский (СФ ГС РАН)	OKT OCTB	53.02	128.64	01.2010	09.2015	08.2014		

Таблица 1. Сведения о работе сейсмических станций на территории Приамурья и Приморья.

СЗСЗ – сейсмографы записи сильных землетрясений, различные устройства, такие как сейсмоскоп СБМ (прибор для определения балльности), велосиграф С5С, акселерографы ОСП 2-М, ССРЗ-М и другие устройства, основная задача которых – регистрация максимальных амплитуд колебаний для определения динамических характеристик землетрясения в ближней зоне. Работают, как правило, в ждущем режиме и запускаются после получения сигнала с датчиков непрерывной регистрации, потому наличие или отсутствие подобной аппаратуры не влияет на факт регистрации землетрясений. К тому же, в связи с практически полным отсутствием сильных землетрясений на территории Приамурья и Приморья, эффективность использования подобной аппаратуры на региональных сасисмостанциях невелика. Однако различные устройства СЗСЗ вели регистрацию на станциях Приамурья и Приморья (кроме станции «Ясный») вплоть до 2015 г.

² Указана принадлежность к организации на 2015 г. либо на момент закрытия пункта наблюдения.

ГЛАВА 2 представительность каталога землетрясений

Представительные землетрясения – это землетрясения заданного энергетического уровня, которые не только регистрируются без существенных пропусков данной сетью сейсмических станций, но и эпицентры которых не содержат систематических ошибок.

В общем случае представительность землетрясений существенным образом зависит от трех следующих факторов: регистрационных возможностей сети сейсмических станций, конфигурации сети станций и возможностей имеющегося в региональном центре обработки методического (алгоритмического) обеспечения задачи определения основных параметров сейсмического события.

На основе данных о работе сейсмических станций (табл. 1) были составлены таблицы их информативности (количество землетрясений, зарегистрированных сейсмостанцией в % от общего числа зарегистрированных событий) [Кондорская, Федорова, 1996; Старовойт, Мишаткин, 2001]. Подобные таблицы составлены для магнитудных диапазонов M = 2.3-2.7; 2.8-3.2 и т.д. с интервалом 0.5 М. По составленным таблицам реальной информационной обеспеченности был проведен численный эксперимент с сетью станций с использованием базовых алгоритмов регионального центра сбора и обработки данных (комплекса программ MGP) [Нагорных, Поплавская, 2003; Поплавская и др., 1989; Бобков, 1989]. Анализ результатов численного эксперимента показал, что устойчивое решение задачи об эпицентре землетрясения методом прямых волн можно получить по данным не менее 3-4 сейсмических станций (по наблюдениям прямых продольных и поперечных волн). Если же использовался метод минимизации невязок к годографу первых вступлений, то для достоверной локализации эпицентра корового землетрясения необходимы данные 5-8 сейсмических станций. В противном случае эпицентры оказываются смещенными за пределы их территориальной принадлежности [Нагорных, Поплавская, 2003] и, следовательно, не будут представительными на изучаемом участке эпицентрального поля. Само поле будет деформировано, а каталог землетрясений будет содержать систематические ошибки [Токарева, 1991; Урбан и др., 1996].

В статье [Нагорных, Поплавская, 2003] подробно описывается построение таблиц информативности сейсмических станций Дальнего Востока и карты-схемы численного эксперимента. Более подробно остановимся на картах представительности землетрясений Приамурья и Приморья.

За 1961–2006 гг. можно выделить 18 периодов развития сети сейсмических станций. Для каждого из них были проведены исследования, позволяющие учесть влияние упомянутых трех факторов на оценку представительности землетрясений заданной энергии (магнитуды) на конкретном участке эпицентрального поля.

Представительность коровых землетрясений Дальнего Востока менялась по мере изменения численного состава и конфигурации наблюдающих станций. Так, например, в 1961–1966 гг. землетрясения с М = 3.8–4.2 были представительны лишь на небольшом участке изучаемой территории (северо-запад Приамурья) (рис. 2.1). Наилучшая информационная обеспеченность достигнута в 1990–1992 гг. В рассматриваемый период времени на территории региона и о. Сахалин работало 20 сейсмических станций, что повысило представительность землетрясений по всему региону Приамурье и Приморье до М ≥ 3.3 (рис. 2.1).

Следует отметить, что карты представительности за период 1961-1974 гг. скорее имеют смысл карт дальности регистрации (регистрационных возможностей), чем карт представительности, поскольку для этого периода наблюдений в регионе Приморья и Приамурья численного эксперимента не проводилось. Заключение о разрешимости задачи об эпицентре в 1961–1974 гг. осуществлялось по аналогии с результатами численных экспериментов, выполненных для периодов детального изучения сейсмичности (1974-1992 гг.). Такое сопоставление позволило из карт регистрационных возможностей за 1961–1974 гг. [Оскорбин, 1977] составить карты представительности землетрясений соответствующих энергий. Немаловажно отметить, что такое сопоставление позволило также наметить для пересмотра положения ряда землетрясений с помощью более рациональных и современных алгоритмов.







Сейсмичность региона Приамурье и Приморье (каталог землетрясений 1865-2015 гг.)

Рис. 2.1. Карты представительности землетрясений в регионах Приамурье и Приморье, о. Сахалин за период наблюдений 1961–2006 гг. (по интервалам изменения регистрации землетрясений). 1–3 – сейсмические станции: 1 – действующие; 2 – закрытые; 3 – отсутствуют данные со станций; 4 – границы регионов Приамурье и Приморье, Сахалинского; 5 – границы представительности соответствующих магнитуд; а – 01.01.1961–31.12.1966 гг.; 6 – 01.01.1967–31.12.1970 гг.; в – 01.01.1971–01.04.1974 гг.; г – 02.04.1974–24.12.1974 гг.; д – 25.12.1974–17.10.1978 гг.; е – 18.10.1978–07.12.1978 гг.; ж – 08.12.1978–10.04.1979 гг.; з – 11.04.1979–24.11.1979 гг.; и – 25.11.1979–01.11.1981 гг.; к – 01.11.1981–26.08.1982 гг.; л – 27.08.1982–01.12.1987 гг.; м – 01.12.1987–13.07.1988 гг.; н – 14.07.1988–19.07.1988 гг.; о – 20.07.1988–30.05.1990 гг.; п – 01.06.1990–03.1992 гг.; р – 04.1992–12.1993 гг.; с – 01.1994–05.1995 гг.; т – 06.1995–01.2006 гг.

Начиная с 2007 г. карты регистрационных возможностей сети сейсмостанций для территории Приамурья и Приморья строились для отчетов о работе СФ ГС РАН по факту дальности регистрации землетрясений определенного энергетического уровня не менее чем тремя станциями региона без проведения численного эксперимента, поэтому осреднения карт по координатной сетке также не выполняется. Как сказано выше, такой подход более грубый и не может гарантировать представительность получаемого сетью каталога в указанных границах, помогая лишь примерно оценить регистрационную возможность сети. На рис. 2.2 и 2.3 показаны карты регистрационных возможностей региональной сети сейсмостанций (с учетом ближайших станций соседних сетей ГС РАН) в 2007–2008 и 2009–2015 гг.



Рис. 2.2. Карта регистрационных возможностей сети ГС РАН в регионе Приамурье и Приморье в период наблюдений 2007–2008 гг.



Сейсмичность региона Приамурье и Приморье (каталог землетрясений 1865–2015 гг.)

Рис. 2.3. Карта регистрационных возможностей сети ГС РАН в регионе Приамурье и Приморье в период наблюдений 2009–2015 гг.

ГЛАВА З структура каталогов землетрясений

Представляемый каталог землетрясений стал итогом обработки большого числа источников сейсмологической информации. Основная часть этих данных ранее была опубликована, источники указаны во введении.



Рис. 3.1. Регион Приамурье и Приморье. Территориальное деление. 1 – границы Приамурья и Приморья по данным [Новый каталог..., 1977]; 2 – зона ответственности за сейсмологический мониторинг Приамурья и Приморья СФ ГС РАН (по состоянию на 2015 г.); 3 – разделение территории Приамурья и Приморья на районы.

Охватываемая территория. Территория, для которой осуществлялся сбор сейсмологической информации, несколько неопределенна по границам. Дело в том, что основой для базового каталога по 1975 г. был «Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР с древнейших времен до 1975 г.» [Новый каталог..., 1977], где границы территории несколько отличаются от нынешних границ регионов, принятых в практике сейсмологических наблюдений ГС РАН (рис. 3.1). Да и границы территории Приамурья и Приморья СФ ГС РАН (СахКНИИ ДВНЦ АН СССР, СОМСП РАН) также менялись со временем. Поскольку большая часть землетрясений зарегистрирована в последние десятилетия, текущие границы регионов по ГС РАН [Коваленко и др., 2010] взяты за основу. В этих границах собрана вся доступная информация, включая ранние источники по соседним регионам. Однако в некоторых случаях часть землетрясений выходит за их рамки, поскольку присутствует в других источниках, ссылающихся на регион Приамурье и Приморье. Часть таких событий, например, на побережья Татарского пролива, по сути, является закономерным продолжением сейсмичности региона. Их было решено оставить в каталоге, в случае необходимости их несложно отфильтровать по координатам. Следует, однако, иметь в виду, что полнота каталога за границами зоны ответственности СФ ГС РАН (рис. 3.2) не соблюдается.

Структура каталога землетрясений. Каталог землетрясений региона Приамурье и Приморье содержит информацию о 12329 землетрясениях, произошедших на территории региона с 27 июня 1865 г. по 31 декабря 2015 г. Информация о землетрясениях получена по инструментальным либо макросейсмическим данным.

В каталоге представлена информация о дате и времени в очаге землетрясения t_0 с точностью определения (если такая информация была в первоисточнике), географических координатах и глубине очага (либо вероятном диапазоне глубин) с указанием точности их определения. Приведены непосредственно измеренные данные об энергетических характеристиках землетрясений либо для ранних событий – данные, полученные по макросейсмическим материалам. Для некоторых событий приводятся интенсивность в макросейсмическом эпицентре I_0 и известные оценки макросейсмического воздействия в населенных пунктах.



Рис. 3.2. Эпицентры всех землетрясений каталога (Приложение 1). Пунктиром показано положение границы зоны ответственности СФ ГС РАН на 2015 г. и районов внутри региона.



Рис 3.3. Эпицентры коровых землетрясений Приамурья и Приморья за период 1865-2015 гг., М ≥ 3.3. Схема разломов приведена согласно [Тектоника..., 2004].

Поскольку весь каталог землетрясений довольно объемный, была сделана дополнительная выборка из 1043 событий с магнитудой М ≥ 3.3, которая представлена в Приложении 1А с несколько уменьшенным количеством столбцов. Полная версия каталога представлена в электронной форме на CD.

Магнитудно-энергетическая оценка землетрясений. По 1974 г. в каталоге использовались магнитудные оценки первоисточников [Новый каталог..., 1977; Даммер, 1971; Оскорбин, 1977; Солоненко и др., 1985; Андреева, Ким, 2012]. В большинстве случаев под магнитудой М каталогов понимается магнитуда по поверхностной волне *MLH*, однако не во всех каталогах это уточняется. Потому в каталоге графа базовой магнитуды обозначена *M/MLH*. Методика определения магнитуды по макросейсмическим данным описана в работе [Новый каталог..., 1977].

С 1975 г. использовались данные СОМСП/ СФ ГС РАН. Здесь, как и в «Новом каталоге», приоритет отдавался магнитуде MLH, определяемой по соотношению А/Т в максимальной фазе поверхностной волны на записях горизонтальных компонент низкочастотной аппаратуры (СК, СКД), однако число землетрясений, для которых она была непосредственно определена, невелико. Наиболее массовой энергетической характеристикой приамурских и приморских коровых землетрясений был энергетический класс Т.Г. Раутиан [1964] Кр, определяемый по соотношению A/T в максимальной фазе S-волн, записанных короткопериодной аппаратурой (СКМ, ВЭГИК) непосредственно либо в цифровой эмуляции, он пересчитывался в магнитуду по формуле [Раутиан, 1964]:

$$Kp = 1.8MLH + 4. \tag{1}$$

Для глубоких землетрясений (глубже 80 км) магнитуда *MLH* в современной практике ГС РАН не используется, однако есть формулы для ее связи с другими магнитудными шкалами. Наиболее употребимой для исследуемого региона является магнитуда *MSH* для аппаратуры тип С либо ее аналог для аппаратуры тип А – *MSHA*. Для пересчета в *MLH* использовалась формула [Волкова и др., 1989]:

$$MLH = (MSH(MSHA) - 1.71)/0.75$$
. (2)

Для случаев, когда *MSH(MSHA)* не была определена, пересчет велся из магнитуды *mb* [Кондорская, Соловьев, 1974]:

$$MLH=0.685mb+1.47$$
. (3)

В отдельных случаях за ранние годы вышеприведенные магнитудные оценки отсутствуют, зато приведены значения *MLH*, которые были оставлены без изменений. Наконец, если все другие магнитуды не были определены, использовались значения магнитуды *MPVA* (по волне *PV* в ближней зоне) [Кондорская и др., 1993; Оскорбин, Соловьева, 1980]:

$$MLH=1.77MPVA-5.2$$
. (4)

Таким образом, все многообразие энергетических оценок сведено к одной магнитудной шкале.

Фильтрация взрывов. Начиная с середины 70-х годов прошлого столетия на территории Приамурья и Приморья появилась возможность регистрации и изучения слабой сейсмичности. Однако задачи по распознаванию природы сейсмических событий в это время не ставились. В результате в окончательные каталоги землетрясений попадали взрывы, образуя на картах эпицентров землетрясений ложные очаговые зоны и искажая реальное представление о естественной сейсмичности региона.

Задачи, возникшие в результате освоения территории Приамурья и Приморья, связанные со строительством энергетических объектов, железнодорожных и автомобильных магистралей, нефтепроводов, добычей полезных ископаемых подтолкнули к изучению природы каждого регистрируемого события. То есть необходимо было определить, является ли исследуемое событие естественным землетрясением тектонического происхождения или техногенным (т.е. взрывом).

В настоящее время для выявления взрывов используются простые правила – анализируется вид записи землетрясения, место события, время события, поиск подтверждения взрывных площадок в Google Earth, где неплохо просматриваются карьеры – последствия произведенных взрывов. Используются также сообщения СМИ о планах по разработке месторождений, строительству дорог, гидросооружений и других строящихся промышленных объектов.

Попытки выявления взрывов предпринимались в течение всего инструментального периода наблюдений. Более успешными они стали в восьмидесятые годы по мере развития сети станций, когда появилась возможность более детально анализировать и интерпретировать волновые картины сейсмических событий. Большей частью это относится к территории Амурской и Еврейской автономной областей, где более плотная сеть сейсмических станций позволяет регистрировать землетрясения с M = 2.0. В связи с редкой сетью сейсмических станций на территории Хабаровского и Приморского краев, слабую сейсмичность отследить сложно. Здесь каталог, чаще всего, представлен событиями с $M \ge 3.0$, что выше энергетического порога обычных промышленных взрывов. Необходимо заметить, что энергетический класс событий «возможно взрыв» на территории Приамурья и Приморья в редких случаях превышает Кр = 8.6 (M = 2.6), что в среднем составляет менее 2% от выделившейся годовой суммарной сейсмической энергии всего региона.

Анализ записей ближайших к эпицентру взрывов станций (до 100–150 км) показывает, что, как правило, кроме продольной и поперечной волн, записывается низкоскоростная поверхностная волна, которая по амплитуде значительно превышает амплитудный размах объемных волн. На более далеких от эпицентра взрыва станциях волновая картина слабо отличается от записи корового землетрясения. При отсутствии записей близких к эпицентру взрыва станций вырастает вероятность попадания в каталог взрыва под видом естественного землетрясения.

Во многих местах проведения взрывных работ наблюдается отчетливая зависимость возникновения события от времени суток. В дневное время суток число событий возрастает многократно. Гораздо меньше событий приходится на выходные и праздничные дни. Анализ распределения взрывов и естественных землетрясений по часам суток, а также по дням недели был сделан в статье «Приморье и Приамурье» в сборнике «Землетрясения Северной Евразии в 2003 году» [Фокина и др., 2009].

Все взрывы, внесённые в ежегодный каталог землетрясений Приамурья и Приморья с пометкой «возможно взрыв», удалены из каталога, представленного в данной работе.

Тем не менее, несмотря на все усилия по распознаванию природы событий, часть взрывов присутствует в каталогах под видом естественных землетрясений. На наш взгляд решить эту проблему можно только при наличии на территории Приамурья и Приморья более плотной сети современных сейсмических станций с цифровой регистрацией.

Дополнительно необходимо отметить, что для многих оценок, связанных, например, с общим или детальным сейсмическим районированием, построением графиков повторяемости, необходим каталог землетрясений, очищенный от зависимых событий (афтершоков). Поскольку, во-первых, информация об афтершоках является важной для других задач, во-вторых, существуют различные подходы к выявлению таких событий. Публикуемый каталог землетрясений содержит афтершоки землетрясений, их выявление не производилось.

Каталог механизмов очагов землетрясений Приамурья и Приморья (Приложение 2) содержит данные о 109 землетрясениях, произошедших в период с 1963 по 2014 г. Определение параметров очага землетрясения в приближении двойного диполя осуществлялось с использованием программы «Механизм» [Аптекман и др., 1979] методом полярности первых вступлений в Р-волне (Рд, Рп, рР). Полученные решения, по возможности, уточнялись путем привлечения (вручную) знаков SV, SH, SVG, SHG-волн с использованием теоретических палеток нодальных линий для SV и SH-волн [Балакина, 1972]. Каталог содержит дату события, координаты эпицентра, глубину (согласно Приложению 1), магнитуду М (MLH), сферические координаты трех главных осей и двух нодальных плоскостей одного наиболее вероятного решения механизма очага. Указан тип сейсмодислокации в очаге согласно приводимой ниже классификации, которая используется в СФ ГС РАН в настоящее время. Приводится стереограмма механизма очага в проекции на нижнюю полусферу.

Классификация механизмов очагов землетрясений по типу сейсмодислокации осуществляется по величине наклона к горизонту оси Nпромежуточного напряжения (*PL* N), нодальных плоскостей (*DP*) и сравнению угла наклона осей P и T:

сдвиг: $PL N \ge 45^{\circ}$;

сбросо-сдвиг: $20^{\circ} \le PL N < 45^{\circ}$, PL T > PL P; взбросо-сдвиг: $20^{\circ} \le PL N < 45^{\circ}$, PL P > PL T; сброс: $PL N < 20^{\circ}$, $DP > 20^{\circ}$, PL T > PL P; взброс: $PL N < 20^{\circ}$, $DP > 20^{\circ}$, PL P > PL T; пологий сброс: $DP < 20^{\circ}$, PL T > PL P; пологий надвиг: $DP < 20^{\circ}$, PL P > PL T.

ГЛАВА 4 разломная тектоника и сейсмогенные зоны приамурья и приморья

Регион Приамурье и Приморье включает разнообразные физико-географические ландшафты: горные массивы, плоскогорья, обрамленные обширными низменностями. На западе в его пределах замыкается рифтовая зона Забайкалья, на крайнем юго-востоке располагается современная геосинклинальная котловина Японского моря. Преобладающая часть региона относится к Монголо-Охотской складчатой области, располагающейся между протерозойской структурой Станового хребта (горная система и высокие плоскогорья) и Китайской платформой (обширные низменности и мелкосопочные равнины). Приморье и нижняя часть Приамурья находятся в пределах мезозойской складчатой области (горная страна с предгорными и межгорными прогибами). Названные тектонические области ограничены глубинными разломами и осложнены более мелкими поперечными нарушениями. Возникшая диагональная сеть разрывных линеаментов создает в регионе сложную мозаику блоков различного порядка [Леонов и др., 1977; Караулов, Ставцев, 1975].

С тектонической позиции Приамурье и Приморье расположены на Амурской литосферной плите. Положение границ и кинематика этой плиты отличается у разных авторов. Многие исследователи [Zonenshain, Savostin, 1981; Wei, Seno, 1998; Bird, 2003; Гатинский, Рундквист, 2004; DeMets et al., 2010] проводят ее северную границу вдоль Байкальского и северной ветви Станового сейсмических поясов. Другие [Шерман и др., 1984; Petit, Fournier, 2005; Имаев и др., 2003; Малышев и др., 2007] проводят границу по югу Алданского щита – Монголо-Охотской разломной зоне.

Относительно восточной границы также нет единого мнения. Согласно схемам [Зоненшайн и др., 1979; Zonenshain, Savostin, 1981], на которых Амурская плита выделена впервые, восточная граница проходит вдоль сейсмоактивных структур о. Сахалин и прослеживается далее на юг через о. Хоккайдо и вдоль восточного побережья Японских островов; авторы [Wei, Seno, 1998; Bird, 2003; Парфенов и др., 2003; Petit, Fournier, 2005, DeMets et al., 2010] также проводят эту границу вдоль разломных структур о. Сахалин далее в Японию или Японское море. Существует также позиция, согласно которой Японо-Корейский блок (территория к востоку и юго-востоку от разломов Танлу) не принадлежит Амурской плите [Гатинский, Рундквист, 2004], к такому же мнению пришли авторы работы [Ашурков и др., 2011], у которых мы позаимствовали данный обзор источников. Есть также позиция В.С. Имаева с соавторами [Имаев и др., 2003; Имаева и др., 2012], согласно которой восточная граница плиты к северу от Амура отклоняется от диагональных структур Танлу и идет меридионально на север вдоль пояса максимальной сейсмичности.

Описание разломной тектоники региона дано в соответствии с общей схемой, приведенной в работе [Тектоника..., 2004]. На рис. 4.1 показаны основные разломы региона Приамурье и Приморье, попадающие в зону ответственности СФ ГС РАН.

Разломная тектоника Приамурья и Приморья отличается чрезвычайной сложностью. Ведущие тектонические нарушения региона имеют близширотную, северо-восточную и близмеридиональную ориентировку, которая согласуется с конфигурацией Алдано-Станового, Байкальского и Северо-Китайского архейских геоблоков, границами Аргунского, Буреинско-Канкайского, Суннэнь-Туранского и Южно-Гобийского композитных срединных массивов, и имеют, как правило, архейское или ранне-протерозойское заложение» [Тектоника..., 2004].

Ниже дано краткое **описание наиболее** крупных разломных зон [Тектоника..., 2004] с нумерацией согласно рис 4.1.



Рис. 4.1. Схема разломной тектоники Приамурья и Приморья (на основе [Тектоника..., 2004]). Нумерация разломов в тексте.

ОСНОВНЫЕ РАЗЛОМНЫЕ СИСТЕМЫ И РАЗЛОМЫ РЕГИОНА:

Становая система разломов

- 3. Каларский
- 6. Становой
- 7. Ытымджинско-Нуямская р.з.
- 10. Салга-Джанинский
- 11. Удыхинский

Монголо-Охотская система разломов

- 14. Монголо-Охотский
- 16. Северо-Тукурингрский
- 17. Южно-Тукурингрский
- 18. Нинни-Сагаянский
- 19. Ланский
- 20. Тугурский
- 21. Пауканский

Система разломов Намурхэ

26. Намурхэ

Система разломов Муданцзян

- 57. Западно-Туранский
- 58. Муданьцзянская р.з.
- 59. Западно-Приморский

Арсеньевско-Тастахская система разломов

- 61. Куканский
- 62. Дахэджен

Озерная-Диршун-Хуацзян система разломов

- 74. Хайларская р.з.
- 81. Джелтулакский

Ундуршили-Синлунгоу-Агунская система разломов

- 99. Синлунгоу
- 100. Р.з. Хайлар-Ульхури

Система разломов Нукутдабан-Синкайлинь

- 105. Селемджинский
- 106. Буссе-Норская р.з.

Западно-Охотская система разломов

- 107. Улигданский
- 108. Ждугджурский

Система разломов Танлу

- 110. Хинганский
- 111. Курский
- 112. Ишу-Харпинский
- 113. Наолихэ
- 114. Дунми
- 116. Западный Сихотэ-Алинский
- 117. Киселевский

Сихотэ-Алинская система разломов

- 118. Центральный Сихотэ-Алинский
- 119. Лимурчанский
- 120. Toxapey
- 122. Прибрежный

Становая система разломов (3, 6, 7, 10, 11 в пределах региона) протягивается на 1200 км от Патомско-Жуинской близмеридиональной зоны к охотскому побережью, где плавно изменяет простирание на северо-восточное (Джугджурский разлом – 108 на рис. 4.1), ограничивая Алданский щит с юга. Тектоническая активность Станового линеамента не прекращалась в кайнозое и продолжается вплоть до настоящего времени. Несмотря на интенсивное проявление молодых надвигов и шарьяжей, определенных по комплексу геолого-геофизических данных, Становой линеамент имеет крутое падение на юг, ему соответствует гравитационная ступень в подошве земной коры, линейно-вытянутые магнитные и гравиметрические аномалии.

Главные разломы Монголо-Охотской системы (14-21) являются преимущественно коллизионными и носят сдвигово-раздвиговый характер. Монголо-Охотский (14) и Северо-Тукурингрский (16) краевые глубинные разломы общей протяженностью 2700 км отделяют складчато-надвиговую систему от Становой и Селенгино-Яблоновой областей, а Ульдзинский, Восточно-Агинский, Пришилкинский (за пределами карты), Южно-Тукурингрский (17) и Нинни-Сагаянский (18) ограничивают систему с юга. Во фронтальных частях геоблоков развиты пологие надвиги и взбросы. Установленная амплитуда смещений в отдельных частях Северо-Тукурингрского разлома достигает нескольких десятков километров.

Муданьцзян: Муданьцзянский (58), Западно-Туранский (57) и Западно-Приморский (59) разломы на протяжении рифея, палеозоя и раннего мезозоя были граничной зоной между Буреинско-Цзямусы-Ханкайским микроконтинентом и мобильными системами Центрально-Азиатского подвижного пояса.

В систему разломов Танлу (110–117) объединены разломы северо-восточной ориентировки, расположенные в широкой полосе от Мал. Хингана на северо-западе (Хинганский разлом 110) до Ханкайского массива на юге (Западно-Сихотэ-Алинский разлом 116). Система разломов имеет протяженность более 2000 км. Основными особенностями системы Танлу являются рифтогенная природа разломов, начиная с позднего мела и до четвертичного этапа, и отчетливо проявленный сдвиговый характер перемещений по ряду нарушений. Максимальные перемещения фиксируются по разлому Дунми (114) – левосторонний сдвиг превышает 200 км. Наиболее протяженный и выдержанный Ишу-Харпинский (112) разлом отчетливо фиксируется геофизическими методами в виде зоны нарушения структуры поля силы тяжести.

Сихотэ-Алинская система разломов (118– 122) тесно взаимосвязана с развитием Вандашань-Сихотэ-Алинской складчато-надвиговой системы, которая рассматривается как пограничная или переходная между Амурским и Япономорским мегаблоками. Наиболее крупным разломом в системе является Центрально-Сихотэ-Алинский (118), он представляет собой левосторонний сдвиг, секущий структурно-формационные зоны Приморья, протяженность разлома более 900 км. По этому и по ряду других разломов рассматриваемой системы на этапе неотектоники происходили левосторонние сдвиговые смещения.

На рис. 3.1 показана схема деления территории Приамурья и Приморья на районы, различающиеся уровнем и характером наблюденной сейсмичности, предложенная Л.С. Оскорбиным и применяемая для анализа сейсмичности в СФ ГС РАН по настоящее время. Согласно этой схеме вся территория Приамурья и Приморья поделена на 6 районов [Коваленко и др., 2010]:

Становой, включающий юго-восточную часть Становой системы разломов и связанные с ней землетрясения, при этом большая и наиболее активная часть разломной системы остается за пределами зоны ответственности СФ ГС РАН (относится к Якутскому филиалу);

2 – Янкан-Тукурингра-Джагдинский, наиболее сейсмически активный район, включающий восточный фланг Монголо-Охотской системы разломов;

3 – Зейско-Селемджинский район, включающий относительно слабо сейсмичный бассейн рек Зея и Селемджа;

4 – обширный Турано-Буреинский район, находящийся на северо-восточном фланге системы разломов Танлу;

5 – Сихотэ-Алинский район, включающий сейсмогенные зоны Сихоте-Алиня Южного Приморья и прибрежной акватории Японского моря;

 6 – Приграничный район, включающий территории Китая и Монголии, граничащие с Россией в зоне ответственности СФ ГС РАН.



Сейсмичность региона Приамурье и Приморье (каталог землетрясений 1865-2015 гг.)

Рис. 4.2. Схема сейсмогенных зон (зон ВОЗ) территории Приамурья и Приморья по Л.С. Оскорбину [Оскорбин, 1997].

В работе [Оскорбин, 1997] приводится схема районирования территории Приамурья и Приморья по сейсмогенным зонам, выполненная на основе совместного анализа сейсмологической и геолого-геофизической информации. Ниже дано описание сейсмогенных зон, сопоставляемое с включающими их районами, актуализированное последними сейсмологическими наблюдениями.

Олекмо-Становой район (№ 1). Олекмо-Становая (О-Ст) сейсмогенная зона. Расположена в пределах Джугджуро-Становой складчатой области Алдано-Станового геоблока. Выражена Тукурингра-Становым межгорным понижением – блоком земной коры шириной от 60 до 120 км, опущенным относительно Станового (на севере) и Тукурингра-Джагдинского (на юге) поднятий. Представляет собой обширную денудационно-выровненную поверхность, наклоненную к Верхнезейской впадине. В поле наблюденной сейсмичности Олекмо-Становая сейсмогенная зона характеризуется землетрясениями 1 ноября 1977 г. (M = 4.8) и 7 августа 1986 г. (M = 4.8).

Верхнезейско-Удская (В-Зу) сейсмогенная зона состоит из Верхнезейской впадины и Удского прогиба, которые в неогене соединились, образовав единый седиментационный бассейн [Солоненко и др., 1985], расположена на границе между разновозрастными Монголо-Охотским складчатым поясом и областью складчатости Становика-Джугджура. Формирование Верхнезейской впадины связано с мезокайнозойским тектоническим этапом, а блоковые перемещения по разломам в фундаменте впадины не прекращаются и в настоящее время. Уровень сейсмической активности низкий, самое значительное событие произошло 28 января 1994 г. (M = 4.7).

Прибрежно-Охотоморская (Пр-Ох) зона расположена в Джугджуро-Становой складчатой области [Николаев и др., 1982]. В рельефе выражена Прибрежным хребтом и юго-восточными отрогами хр. Джугджур. Наблюденная сейсмичность в пределах региона довольно слабая, самое сильное событие произошло 13 августа 1965 г. (M = 4.4), однако на продолжении этой зоны на север известны более сильные события.

Янкан-Тукурингра-Джагдинский район (№ 2). Восточную его часть занимает Амазарско-Тукурингра-Соктаханская (А-Т-С) сейсмогенная зона, в современном рельефе выраженная одноименными, Янкан и другими мелкими горными хребтами. Эта зона занимает часть протяженной и сложнопостроенной шовной Монголо-Охотской геосинклинальной складчатой системы, разграничивающей Алдано-Становой и Амурский геоблоки [Красный, 1980]. Тукурингра-Соктахан-Джагдинское поднятие с северо-востока и югозапада ограничивается активизированными в кайнозое Северо-Тукурингрским и Южно-Тукурингрским глубинными разломами, которые в новейший тектонический этап развиваются как взбросо-сдвиги; эти разломы посредством диагональных, широтных и северо-восточных разрывов соединяются между собой. На севере по системе разрывных нарушений (включая Северо-Тукурингрский разлом) А-Т-С зона граничит с Алдано-Становой и В-Зу. На юго-западе по Южно-Тукурингрскому и Южно-Борщевочному разломам отделена от Больше-Хинганской зоны. Отделяется Огоронской впадиной от Джагдинской зоны на востоке. Сейсмическая активность зоны проявилась в целом ряде сильных землетрясений (см. гл. 5.4), сильнейшее из которых произошло 14 октября 2011 г. (*M* = 6.2).

Джагдинская (Дж) сейсмогенная зона в современном рельефе выражена хр. Джагды. В структурно-тектоническом плане занимает интенсивно пликативно и дизьюнктивно дислоцированный Джагдинский сегмент Амуро-Охотской складчатой системы. На востоке по локальным разломам и восточным отрогам хр. Джагды граничит с Дж-С. Сейсмичность зоны представлена слабыми событиями с магнитудой, не превышающей M = 4.2 (землетрясение 21 июля 1992 г.).

Джагдинско-Селемджинская зона (Дж-С). Представляет узел, состоящий из: в рельефе – восточной части хр. Ждагды, юго-западной части Тайканского хребта и западной и центральной части Селемджинского хребта; в структурно-тектоническом плане – востока Джагдинского сегмента, запада Селемджино-Кербинского сегмента и небольшой по размерам юго-западной части Удско-Шантарского сегмента Амуро-Охотской складчатой системы [Николаев и др., 1989]; в новейшем тектоническом плане – зоной сочленения Джагдинского глыбового поднятия, Тайканского полусвода и Ямалинского сводового поднятия. На востоке по дизьюнктивам клином отделена от Буреино-Ямалинской зоны. В сейсмическом поле максимальными наблюденными являются Селемджинские землетрясения 29 июня 1975 г. (M = 5.3) и 30 июля 1983 г. (M = 4.8) (см гл. 5.4).

Зейско-Селемджинский район (№ 3). Зейско-Буреинская (3-Б) сейсмогенная зона в современном рельефе входит в состав Приамурской геоморфологической провинции и представлена Амуро-Зейским аккумулятивным слаборасчлененным плато, Зейско-Буреинской террасовой равниной, Белогорской аккумулятивной равниной, Призейской цокольной равниной и др. [Воскресенский и др., 1980]; во многих местах вдоль рек из-под аккумулятивных отложений выходят скальные коренные породы в виде сопок. Проявление сейсмичности здесь, возможно, связано с процессом погружения основания таких сопок под толщи неоген-четвертичных отложений. В структурно-тектоническом плане 3-Б зона расположена полностью в Буреинском массиве [Тектоническая карта..., 1978]. Зона З-Б в целом расположена в пределах Амуро-Зейской плиты – краевой части молодой Дунбейской платформы. Развитие активизированных участков платформы находится под воздействием морфоструктур орогенного пояса, особенно это касается, по-видимому, приразломных впадин – Пиканской, Депской, Норской и др.; тем не менее, участвуя в этом процессе пассивно, они накапливают тектонические напряжения. Сейсмогенная зона З-Б граничит с зонами Б-Хг, А-Т-С, Дж, Дж-С, Ту, Бу-Ям (по границе между геоструктурами) и М-Хг (по такой же границе и по разлому). Сильнейшие зарегистрированные землетрясения: 6 августа 1911 г. (M = 5.0) и 16 января 2004 г. (M = 5.0).

Турано-Буреинский район (№ 4). Туранская (Ту) сейсмогенная зона в современном рельефе выражена одноименным низкогорным хребтом с отрогами и западной частью хр. Эзоп. В структурно-тектоническом плане Ту зона представлена Туранским блоком Буреинского массива. Граничит с зоной 3-Б на западе и северо-западе по границе между кайнозойской плитой Дунбейской молодой платформы и эпиплатформенными орогенами; с зоной Бу-Ям на юго-востоке вдоль р. Бурея по границе между Туранским поднятием и Буреинской долиной – грабеном и Ургальной межгорной впадиной, на востоке – по Тастахскому разлому и на севере – по Пауканскому разлому. Сейсмичность района представлена большим числом умеренно-сильных событий, сильнейшее из которых – Огоджинское землетрясение – произошло 5 марта 1987 г. (M = 5.2).

Буреино-Ямалинская (Бу-Ям) сейсмогенная зона в структурно-тектоническом плане включает в себя восточную половину Селемджино-Кербинского сегмента, запад Ульбанского синклинория и юго-запад Удско-Шантарского сегмента Амуро-Охотской ГСС, участки Баджальского мегаантиклинория и Горинского синклинория Сихотэ-Алинской ГСС, восточную часть Буреинского срединного массива; Буреинский массив отделен от Сихотэ-Алинской ГСС системой ступенчато смещенных глубинных разломов - Тастахским, Куканским, Улинским [Николаев и др., 1989]. Существенное значение в строении Бу-Ям зоны принадлежит разрывным нарушениям различных рангов, главнейшими из которых являются Южно-Тукурингрский и его разветвления (Пауканский, Тастахский, Тугурский), Хинганский, Курский, Куканский, Верхнеамгунский и др. Эти крупные разновозрастные разломы сформировались в процессе длительного геологического развития. Южно-Тукурингрский разлом представлен своей крайней восточной частью, служит границей между Амуро-Охотской ГСС и Буреинским массивом и на новейшем этапе развивается как взбросо-сдвиг, что может говорить о преобладании северо-восточного сжатия в становлении и развитии новейших структур. Об активности на новейшем этапе Пауканского разлома (протяженностью выше 300 км) могут свидетельствовать четкая морфологическая выраженность, излияние в его зоне эоценовых базальтов и приуроченность к Эзопскому участку зоны повышенных градиентов скоростей вертикальных движений. Границей между Буреинским массивом и Сихотэ-Алинской ГСС является Тастахский (протяженностью до 250 км и, по данным ГСЗ, проникающий до глубины 140 км) и Куканский (протяженностью более 500 км при глубине заложения до 140 км) разломы. Бу-Ям ветвь Хинганского разлома (общей протяженностью около 600 км) разделяет Туранский и Мало-Хинганский блоки. Наиболее подвижной частью Хинганского разлома является его северо-восточный (Буреино-Баджальский) отрезок. Поле эпицентров землетрясений достаточно плотно покрывает всю Бу-Ям зону (рис. 3.2), однако действительно сильных событий в ее границах не зарегистрировано, магнитуды происходящих здесь землетрясений ограничены значениями М = 4.4-4.7, как, например, событие 5 мая 1994 г. (M = 4.7).

Баджало-Куканская (Бд-К) сейсмогенная зона в структурно-тектоническом плане расположена в Баджальском мегаантиклинории Сихотэ-Алиньской главной складчатой системы (ГСС), складчатая структура которого сильно разбита разрывными нарушениями северо-восточного простирания, по которым происходили сдвигонадвиговые перемещения [Николаев и др., 1989]. В сейсмическом поле зона характеризуется максимальными наблюденными событиями 23 августа 1888 г. (М = 5.5) и Баджальским землетрясением 30 августа 1970 г. (М = 5.5).

Эворон-Чукчагирская (Эв-Ч) сейсмогенная зона расположена в Горинском синклинории Сихотэ-Алинской ГСС и Ульбанском синклинории Амуро-Охотской ГСС. Представляет собой развивающуюся неотектоническую структуру, на отдельных участках которой наблюдаются признаки молодых прогибаний [Уфимцев, 1984]. Зону Эв-Ч пересекают Пауканский и Хинганский разломы, их неотектоническая активность относительно невелика, сильнейшее зарегистрированное событие 12 января 2007 г. (M = 4.7).

Тугуро-Чаятынская (Тг-Ча) сейсмогенная зона расположена в пределах Ульбанского синклинория и Удско-Шантарского сегмента Амуро-Охотской (Монголо-Охотской) ГСС, включая парашельф с локальными поднятиями, образующими рельеф Шантарских островов [Тектоническая карта..., 1978]. В пределах зоны Тг-Ча имеется серия неотектонических взбросов и сбросов северо-восточного простирания, ее пересекает Лимурчанский разлом, являющийся ответвлением Центрально-Сихотэ-Алинского разлома, имеющий субмеридиональную направленность и определенный как левосторонний сдвиг [Бельтенев, 1982]. Значительная часть территории зоны охвачена эпицентрами землетрясений, но общий уровень сейсмичности невысокий, наиболее сильное событие произошло 30 августа 1988 г. (М = 4.7).

Пришантарская (Пр-Ша) сейсмогенная зона занимает парашельф – подводное продолжение Монголо-Охотской складчатой системы [Тектоническая карта..., 1978]. В восточной половине пересечена двумя разломами северо-восточного направления. Уровень сейсмичности низкий, землетрясений магнитудой более M = 4.0 не зарегистрировано.

Сихотэ-Алинский район (№ 5). Нижнеамурская (Н-Ам) сейсмогенная зона занимает Тахтинский краевой массив, северо-восточные участки Горинского и Западно-Сихотэ-Алинского синклинориев и северную часть Центрально-Сихотэ-Алинского антиклинория Сихотэ-Алинской ГСС [Салун, 1978]. Между зонами Н-Ам и Сх-Ал, Пр-ПП граница проведена по юго-восточным отрогам хр. Хоми или по зоне неотектонического глубинного разлома северо-восточного простирания. Сильнейшее произошедшее здесь землетрясение – 23 декабря 1914 г. (М = 6.0), другие сильные события: 11 марта 1924 г. (М = 5.6) и 25 ноября 1924 г. (М = 5.3).

Средне-Амурская (Ср-Ам) сейсмогенная зона занимает одноименную впадину, вытянутую в северо-восточном направлении в виде эллипса. Впадина представлена обширной низкорасположенной аккумулятивной равниной, на фоне которой местами возвышаются остаточные сопочные массивы хребтов Вандан, Горбылян, Хехцир, Халхадьян и др. В пределах зоны имеется значительное количество неотектонических взбросов и сбросов различной протяженности и ориентировки, однако генеральным простиранием структурных элементов зоны является северо-восточное, обусловленное широким развитием разрывных нарушений этого направления; важное значение имеют также северо-западные разрывы. Граница между Ср-Ам и соседними Сх-Ал и Н-Ам проведена примерно вдоль изолинии, разделяющей положительные и отрицательные амплитуды неотектонической деформации. Наблюденная сейсмичность характеризуется подземными толчками M < 3.5, а максимальным является землетрясение 25 мая 1904 г. (M = 4.7), параметры которого определены по макросейсмическим данным [Новый каталог..., 1977].

Сихотэ-Алинская (Сх-Ал) сейсмогенная зона расположена полностью в Сихотэ-Алинской ГСС, центральное место среди структур которой занимает Главный антиклинорий Сихотэ-Алиня [Аргентов и др., 1976]. С запада он ограничен Даубихинским (Арсентьевским) разломом, с востока – Центральным Сихотэ-Алинским разломом. Сихотэ-Алинский синклинорий занимает восточную часть одноименной горной системы и ограничен с запада Центральным, а с востока Восточным Сихотэ-Алинским разломами. Синклинорий разделен глубинными разломами на западную, осевую и восточную части (в зону Сх-Ал не входит), а поперечными зонами на южную, среднюю и северную части. Крупнейшей разрывной структурой является Центральный Сихотэ-Алинский разлом, прослеживаемый на 600-700 км. Разлом определен как левосторонний сдвиг с амплитудой горизонтального перемещения на севере в 60 км [Иванов, 1972], в южной части представляет надвиговую зону шириной 3-4 км с наклоном поверхности скола под углом 70-80° к юго-западу, т.е. в сторону Сихотэ-Алинского антиклинория. Сейсмическая активность характеризуется крайне низким уровнем, слабые события регистрируются вдоль границ зоны, в том числе и наиболее значительное 7 декабря 1980 г. (M = 4.7).

Прибрежная Приморско-Приамурская (Пр-ПП) зона включает в себя на юге прибрежный антиклинорий (восточную зону Сихотэ-Алинского синклинория), на севере – узкую прибрежную полосу Сихотэ-Алинского синклинория, а также подводные геоструктуры зоны сочленения Сихотэ-Алинской ГСС и Япономорского массива. Граница с осевой зоной Сихотэ-Алинского синклинория проходит по глубинному Прибрежному разлому, от зоны Зп-Яп отделена Восточным Сихотэ-Алинским глубинным разломом [Харахинов и др., 1984]. Прибрежный разлом представляет собой надвиг, по которому палеозойские и мезозойские образования надвинуты на меловые отложения осевой зоны синклинория. Восточный Сихотэ-Алинский разлом протягивается в северовосточном направлении вдоль континентального склона. Землетрясения здесь регистрируются довольно редко, значительный всплеск активности -Ванинские землетрясения 1968 г. (M = 4.7-5.0, см. гл. 5.7).

Западно-Япономорская (Зп-Яп) сейсмогенная зона расположена в области сочленения восточной зоны Сихотэ-Алинского синклинория и глубоководной котловины Японского моря (на юго-западе) и Татарского синклинория (на северовостоке). Слабая сейсмичность регистрируется здесь плохо ввиду особенностей сети; наиболее сильные землетрясения: 10 июня 1927 г. (M = 5.0) и Приморское землетрясение 13 ноября 1990 г. (M = 6.3).

Бикино-Лаоелинская (Б-Ла) сейсмогенная зона включает в себя Бикинскую зону Амуро-Уссурийского синклинория Сихотэ-Алинской ГСС и узкую часть Лаоелинской складчатой области (район № 6), выраженной в рельефе хребтами Ваньдашань и северо-востоком Лаоелина. Сильнейшее известное землетрясение 23 декабря 1948 г. (M = 5.2).

Ханкайско-Даубихинская (Х-Дб) сейсмогенная зона включает Ханкайский массив мезозойской складчатости, Даубихинскую и Алчанскую структурно-формационные зоны позднепалеозойской складчатости. В современном рельефе Ханкайский массив выражен озерно-аллювиальной равниной и занимает значительную часть Приханкайской низменности и долины р. Уссури; Даубихинская зона выражена хребтом Синим. Алчанский разлом (протяженностью 350–400 км) отделяет Ханкайский массив на северо-востоке от Бикинской зоны и на юго-западе от Лаоелинской складчатой области. Палеозойский Даубихинский (Арсентьевский) разлом разбивается Фудзино-Иманским сдвигом или Меридиональным разломом на два: первый отделяет Даубихинскую зону, а второй Алчанскую зону от Сихотэ-Алинского антиклинория. Даубихинский разлом представляет собой крутой (65-75°) левый взбросо-надвиг, причем его западное крыло оказалось перемещенным к югу и опущенным на глубину [Бурде и др., 1963]. Фудзино-Иманский (Меридиональный) сдвиг в зоне Х-Дб представлен своим северным участком, амплитуда левого сдвига по которому составляет 7-10 км. Сдвиговый характер имеют позднепалеозойские-мезозойские глубинные разломы, в частности: Западно-Сихотэ-Алинский, разделяющий Ханкайский массив и Даубихинскую зону; Дальнереченский (Иманский, Большеуссурийский); Южно-Сихотэ-Алинский, отделяющий зону Х-Дб от зоны Ю-Пр; другие менее крупные. Максимальная наблюденная сейсмичность: Лесозаводское землетрясение 15 августа 1962 г. (M = 5.0) и Ханкайское 15 августа 1967 г. (М = 5.0) (см. гл. 5.7).

Южно-Приморская (Ю-Пр) сейсмогенная зона. В эту зону включены все мезозойские наложенные впадины: Суйфунская, Хасанская из Западно-Приморской зоны; Супутинская Муравьевского антиклинория, Сучано-Даданьшанская, Дунайско-Сучанская и Сучано-Судзухинского антиклинория из Южно-Приморской зоны, включая шельф, прилегающий к этим зонам. В качестве максимальных наблюденных могут быть приняты Партизанское (Сучанское) землетрясение 19 сентября 1933 г. (М = 4.5) и Приморское 14 сентября 1955 г. (М = 4.4).

Приграничный район (№ 6). Саньцзянская (Сцн) сейсмогенная зона относится к Лаоелинской складчатой области. В современном рельефе представлена Санцзянской (Амуро-Сунгарийской) равниной и северо-западными отрогами хребтов Лаоелин и Ваньдашань. Саньцзянская равнина расположена на месте тектонического прогиба, заполненного речными отложениями; над ее плоской сильно заболоченной поверхностью возвышаются островные кряжи высотой до 625 м. Самое сильное событие в этой зоне произошло 19 ноября 2013 г. (M = 4.9), также формально к этой зоне относится событие 30 января 1918 г. (M = 5.0), эпицентр которого в районе левобережного Малого Хингана на границе с М-Хг определен по макросейсмическим данным.

Мало-Хинганская (М-Хг) сейсмогенная зона выражена в рельефе хребтом Малый Хинган с отрогами, Помпеевским, Сутарским и Щуки-Поктой хребтами. В структурно-тектоническом плане М-Хг расположена в пределах восточной части Буреинского массива или Хингано-Буреинского выступа. Сейсмическая активность этой зоны относительно высокая, представлена большим количеством сильных событий, среди наиболее сильных в пределах региона можно выделить землетрясения 17 сентября 1931 г. (M = 5.5), 21 июня 1963 г. (M = 5.5) и серию событий 1986 г. (M = 4.9–5.7).

Больше-Хинганская (Б-Хг) сейсмогенная зона в современном рельефе выражена хребтом Большой Хинган с многочисленными отрогами, включая на северо-востоке Верхне-Амурский прогиб. Разломная тектоника зоны Б-Хг представлена значительным количеством неотектонических разрывных нарушений разной протяженности и, в основном, северо-восточного простирания. Уровень сейсмической активности здесь довольно умеренный, наиболее сильные события магнитудой М ~ 5 регистрировались в южной части зоны за пределами изучаемого региона.

ГЛАВА 5 сейсмичность приамурья и приморья

В первую очередь, землетрясения, происходящие на территории региона Приамурье и Приморье, необходимо разделить по глубине: на коровую сейсмичность (до 50 км, рис. 3.3) и мантийную, глубокофокусную (от 100 км и ниже, рис. 5.1). Следует упомянуть, что в интервале глубин 50–100 км очагов землетрясений в рассматриваемом регионе не зарегистрировано.

5.1. Глубокофокусные землетрясения

Глубокофокусные землетрясения рассматриваемой территории относятся к сейсмофокальным зонам на границе Тихий океан – континент, продолжающимся в направлении Приморья. Югозападный фланг Курило-Камчатской сейсмофокальной зоны, падающей под углом, близким к 52° в сторону континента, выполаживается до 37°, вытягиваясь таким образом под территорию южного Приморья [Тараканов и др., 1997]. Встык с ней под территорией Японии и Японского моря проходит глубокая часть Идзу-Бонинской сейсмофокальной зоны [Zhao et al., 1994]. Таким образом, под Японским морем и Приморьем сосредоточено большое число очагов сильных глубокофокусных землетрясений, но вместе с тем лишь сильнейшие из них способны оказывать макросейсмическое воздействие на поверхность.

По энергетическому уровню глубокофокусные землетрясения значительно (на 2 порядка) превосходят коровые события региона, они относятся к принципиально отличным сейсмогенным зонам, поэтому их следует рассматривать отдельно.

Макросейсмические проявления глубокофокусных землетрясений с эпицентрами под территорией Приморья, как правило, отсутствуют либо незначительные. Наибольший зарегистрированный макросейсмический эффект вызвало событие 8 апреля 1999 г.

8 апреля 1999 г. глубокофокусное землетрясение (M = 7.6, MSH = 7.4; $h = 572\pm17$ км) с эпицентром на территории Китая в 138 км восточнее г. Владивостока вызвало ощутимые сотрясения на значительной территории.



Рис. 5.1. Глубокофокусные землетрясения с эпицентрами на территории Приморья. Показаны изолинии глубин сейсмофокальной зоны согласно [Zhao, Hasegawa, 1993]. Указан год наиболее сильных событий.

Проведенное макросейсмическое обследование показало, что землетрясение ощущали практически во всех населенных пунктах Приморья, а также далеко за его пределами. Сотрясения в 2 балла отмечались в городах Благовещенск $(\Delta = 770 \text{ км}), Южно-Сахалинск (\Delta = 1005 км) и$ Николаевск-на-Амуре ($\Delta = 1260$ км). Наиболее сильные сотрясения - до 4 баллов - были зарегистрированы на юге Приморья - в г. Артем $(\Delta = 143 \text{ км}), \text{ Спасск-Дальний } (\Delta = 185 \text{ км}), \text{ Ар$ сеньев ($\Delta = 212$ км), Лесозаводск ($\Delta = 271$ км), Лучегорск ($\Delta = 398$ км). Согласно полученному решению механизма, в очаге землетрясения преобладали напряжения сжатия, ориентированные субгоризонтально в широтном направлении, при этом нодальная плоскость западного падения крутая, а восточного – пологая [Фокина и др., 2005].

28 июня 2002 г. глубокофокусное землетрясение (*MPVA* = 7.4; $h = 571 \pm 9 \ \kappa m$) с эпицентром на территории Китая в 110 км северо-восточнее г. Владивостока вызвало ощутимые сотрясения в южной части Приморья. В пос. Славянка ($\Delta = 105$ км) сила сотрясений оценивается в 2–3 балла, в других населенных пунктах, включая г. Уссурийск ($\Delta = 90$ км), Владивосток, Артем ($\Delta = 125$ км), Спасск-Дальний ($\Delta = 180$ км), Арсентьев ($\Delta = 197$ км), интенсивность оценивается в 2 балла. Тип сейсмодислокации в очаге землетрясения – взброс со сдвиговой компонентой, нодальная плоскость северо-северо-восточного простирания субвертикальна, вторая полого падает на север [Фокина и др., 2008].

Землетрясение 27 июля 2003 г. (M = 7.5; MSH = 7.3, $h = 476\pm8$ км) с эпицентром в Татарском проливе восточнее пос. Единка на севере Приморья ощутили жители южной части о. Сахалин. В г. Невельск ($\Delta = 201$ км), Анива ($\Delta = 249$ км), пос. Луговое ($\Delta = 260$ км) и г. Южно-Сахалинск ($\Delta = 264$ км) интенсивность сотрясений составила 2 балла. Сейсмодислокация события классифицируется как взбросо-сдвиг, одна из плоскостей механизма очага падает на запад, другая более полого – на юго-восток [Фокина и др., 2009].

5.2. Коровые землетрясения. Общая характеристика

Одним из основных показателей сейсмичности территории является повторяемость землетрясений (закон Гуттенберга-Рихтера). Поскольку в рамках данной работы нет необходимости изучать изменение параметров графика повторяемости во времени или сравнивать значения его наклона для разных районов изучаемой территории (такие сравнения можно посмотреть, например, в работе [Оскорбин, Бобков, 19976]), для построения графика был выбран достаточно длительный период каталога с относительно стабильными условиями регистрации. Полученный коэффициент наклона графика повторяемости будет принят для всего региона и периода изучения.

График повторяемости территории Приамурья и Приморья построен по данным каталога коровых (глубина до 50 км) землетрясений региона, произошедших с сентября 1982 г. по декабрь 2015 г., т.е. за период, когда представительная регистрация землетрясений на большей и наиболее сейсмоактивной части территории относительно стабилизировалась. Интервальный график повторяемости построен с шагом в 0.5 единиц магнитуды. Указанное значение соответствует центру интервала, т.е. значение M = 4.0 интервалу 3.8–4.2 и т.п. Как видно из рис. 5.2, прямолинейный характер график повторяемости приобретает со значения представительной магнитуды $M_n = 2.5$. Нормировка на площадь территории и время не проводилась, потому практическую ценность имеет только коэффициент *b* наклона графика.

Регрессионная прямая построена по данным в диапазоне магнитуд М = 2.3–6.2. Полученная зависимость имеет вид:

$$LgN = 5.59 \pm 0.11 - 0.88 \pm 0.03 M$$
(5)
b = 0.88; $\sigma(lgN) = 0.084$; R² = 0.995



Рис. 5.2. График повторяемости землетрясений Приамурья и Приморья.

Для дальнейших расчетов имеет смысл оценить наклон графика повторяемости землетрясений с энергетической характеристикой класса Раутиан N(Кр). Пользуясь переходным соотношением (1), получаем коэффициент наклона графика повторяемости для энергетического класса $\gamma = 0.49 \pm 0.06$. Полученное значение хорошо согласуется со значениями для соседних континентальных регионов России, например области Байкальского рифта у = 0.48, Магаданской области $\gamma = 0.48$, Якутии $\gamma = 0.45$ [Сейсмическое районирование..., 1978]. Коэффициент наклона графика повторяемости для энергетического класса несколько меньше полученных более ранних оценок для этой территории, например $\gamma = 0.51$ [Оскорбин, 1977], b = 0.995 [Оскорбин, Бобков, 1997б], что соответствует $\gamma = 0.55$.

Количественно уровень сейсмичности Приамурья и Приморья можно оценить по карте сейсмической активности территории для уровня А₁₀ (рис 5.3), построенной методом суммирования с постоянной детальностью [Ризниченко, 1964]:

$$A_{10} = \frac{1 - 10^{-\gamma}}{10^{-\gamma(K_{min} - 10)}} * \frac{S_0 T_0}{ST} * N_{\Sigma} , \qquad (6)$$

где A_{10} – число очагов землетрясений в заданном диапазоне энергетического класса, в данном случае $Kp = 10\pm0.5$, происходящих на данной территории в единицу времени T_0 (обычно 1 год), нормированное на площадь S_0 , традиционно принимаемую в 1000 км²; K_{min} – минимальный уровень представительной регистрации для данной территории; S – площадь площадки усреднения,

принятая в 0.3° широты на 0.6° долготы; T – период времени, охватываемый задействованным каталогом землетрясений; γ – угол наклона графика повторяемости землетрясений исследуемой территории; N_{Σ} – количество всех событий представительного класса Кр \geq К_{тіп} на площадке усреднения S за время T. В связи с небольшим количеством событий представительного диапазона на территории Приамурья и Приморья параметр А₁₀ рассчитывался скользящим окном площадью S с шагом 0.1° по широте и 0.2° по долготе.

Наиболее сложный вопрос для оценки сейсмической активности по предложенной формуле оказался в выборе уровня представительности, как показано в гл. 2, он значительно изменяется в течение времени и по площади изучаемой территории. По этой причине расчет сейсмической активности несколько усложнен, ее оценка выполнена на временных интервалах с различным $K_{\min i}$ и затем осреднена для всего периода *T*:

$$A_{10} = \sum_{i} \frac{1 - 10^{-\gamma}}{10^{-\gamma(K_{\min i} - 10)}} * \frac{S_0 T_0}{ST} * N_i, \qquad (7)$$

где N_i — количество событий представительного класса Кр $\geq K_{\min i}$ на площадке усреднения *S* на интервале времени с уровнем представительности $K_{\min i}$. Для построения карты был использован каталог с 1975 по 2015 г., поскольку для этого временного периода есть оценки площадного распределения представительности каталога для всей территории региона.



Рис. 5.3. Сейсмическая активность Приамурья и Приморья по данным каталога землетрясений 1975–2015 гг. Изолинии оконтуривают области, где ежегодное количество землетрясений энергетического класса Кр = 10 из расчета на 1000 км² равно либо превышает указанное значение.

Как видно из рис 5.3, общий уровень сейсмической активности для всей территории Приамурья и Приморья не превышает значения 0.1, т.е. его можно охарактеризовать как низкий или умеренный. Наиболее высокие значения A₁₀=0.75–0.1 получены для западной и центральной части Янкан-Тукурингра-Джагдинского района (сейсмогенная зона А-Т-С по Л.С. Оскорбину), причем восточная часть района, соответствующая хребту Джагды (Дж), напротив, полностью асейсмична в данный период, несмотря на продолжающуюся через нее Монголо-Охотскую шовную зону. Р.М. Семенов и В.В. Николаев считают, что сейсмический потенциал хр. Джагды может быть даже выше, чем у Янкан-Тукурингра-Соктаханского участка Монголо-Охотской разломной зоны, но в настоящий момент эта территория, проявлявшая себя в прошлом в виде сильных землетрясений, находится в фазе сейсмического затишья [Семенов, Николаев, 1991; Семенов, 1993].

На севере района исследований пик сейсмической активности связан с юго-восточным флангом Становой разломной зоны (О-Ст), которая, однако, переходит в довольно слабо сейсмически активную полосу в направлении Охотского побережья. Полоса повышенной активности со значениями $A_{10}=0.2-0.75$ протягивается из правобережного Малого Хинрана (Приграничный район) через Турано-Буреинский район в сторону Олекмо-Становой сейсмогенной зоны, этот пояс повышенной сейсмической активности также выделяется в поле эпицентров повышенной плотностью зарегистрированных событий (рис. 3.2). Уровень сейсмической активности оставшейся части района № 4 можно оценить как умеренно-слабый, хотя и фрагментарно. В то время как большая часть районов № 3, № 5 и № 6 по данным о сейсмической активности за 1975–2015 гг. почти асейсмична.

Полученные значения можно сравнить с более ранними оценками сейсмической активности для Тукурингра-Джагдинского поднятия [Семенов, Николаев, 1977; Николаев и др., 1979] и Олекмо-Становой зоны (ее южная часть) [Парфенов и др., 1985]. Появилось несколько новых максимумов активности, связанных с районами сейсмической активизации, произошедшей за разделяющие оценки десятилетия. Однако положение старых максимумов сейсмической активности и ее величина совпадают с хорошей точностью.

На рис. 5.4 показано общее количество зарегистрированных землетрясений территории Приамурья и Приморья согласно данным каталога в сравнении с суммарным уровнем сейсмической энергии, пересчитанной из магнитудных оценок по формуле [Гутенберг, Рихтер, 1961]:

Lg
$$E = 4.8 + 1.5$$
 M, Дж, (8)

где *E* – оценка сейсмической энергии, сгенерированной очагом землетрясения, *M* – магнитуда. Как и следовало ожидать, суммарная сейсмическая энергия определяется наиболее сильными событиями региона, а поэтому слабо зависит от условий представительной регистрации, хотя пропуски отдельных умеренно-сильных землетрясений все же довольно существенно искажают общую картину сейсмичности, особенно в менее активных районах.

Распределение сейсмичности по территории региона можно представить в виде карты плотности сейсмической энергии либо условной упругой деформации. При этом можно использовать все землетрясения каталога, в том числе непредставительную его часть.

Идея оценки накопления условной деформации была предложена Беньофом [Benioff, 1951] с целью установления связи между энергией отдельных землетрясений и возникающими в результате этих землетрясений деформациями:

$$e = \frac{\sum \sqrt{E}}{T}, \tag{9}$$

где e – условная деформация, T – время; E – сейсмическая энергия отдельного события, произошедшего на территории S в течение года, оцененная по формуле (8). Согласно, например, [Сейсмическое районирование..., 1980], полученное ежегодное значение e следует нормировать также на площадь территории S, однако, в связи с некоторой неопределенностью этой величины (см. гл. 3), данный этап был пропущен.

Так, например, сильнейшее землетрясение каталога 3 июля 1902 г. (М = 6.6), создавшее крупную «ступеньку» на графике (рис. 5.5), формально не входит в современные границы региона.



Рис. 5.4. График количества ежегодно зарегистрированных землетрясений и их суммарная сейсмическая энергия для региона Приамурье и Приморье.



Рис. 5.5. График Беньофа для региона Приамурье и Приморье.

Как видно из рис. 5.5, на временном интервале до 1970 г. наблюдается серьезная недооценка накопления условной деформации, что связано с низкой представительностью каталога и вероятным пропуском даже довольно сильных землетрясений. После 1970 г., в связи с повышением регистрационных возможностей сети сейсмических станций, наклон графика стабилизируется, ежегодное приращение величины е становится довольно равномерным, выделяются лишь пики, связанные с сильнейшими землетрясениями региона. Наиболее крупные события – это упомянутое выше землетрясение в районе хребта Лаоелин на территории Китая 3 июля 1902 г., Сковородинское землетрясение в Верхнем Приамурье 14 октября 2011 г. (M = 6.2), землетрясение в Татарском проливе у берегов Приморья 13 ноября 1990 г. (M =6.2), и серия сильных событий в горах Малого Хингана в феврале-августе 1986 г. (*M* = 4.9–5.7).

Также была построена карта распределения условной деформации по площади территории. При этом использовались все землетрясения каталога без учета его представительности (рис. 5.6). Потому целесообразно сопоставлять относительные величины ω, что позволяет качественно оценить сейсмичность даже тех участков территории Приамурья и Приморья, для которых на карте сейсмической активности (рис. 5.3) не удалось получить оценок. Плотность условной деформации рассчитывалась по формуле:

$$\omega = \frac{\sum \sqrt{E} * 1000}{S},\tag{10}$$

где S – площадь площадки усреднения, принятая в 0.3° широты на 0.6° долготы, аналогично расчету A_{10} , величина ω нормировалась на 1000 км².

Из сравнения рис. 5.6 с картой сейсмической активности (рис. 5.3) очевидно, что области максимумов условной деформации хорошо соотносятся с пиками сейсмической активности (как и с положением эпицентров сильнейших землетрясений, рис. 3.3). Однако удалось дополнительно проследить слабую сейсмичность Турано-Буреинского, Сихотэ-Алинского и Приграничного районов, которые, согласно рис. 5.3, казались практически асейсмичными. Также замкнулась полоса повышенной сейсмичности Малый Хинган – Становой хребет, благодаря более ранним сильным событиям. Удалось зарегистрировать более высокий уровень сейсмичности Южного Приморья, где, как будет показано ниже, в середине XX в. наблюдались достаточно сильные, особенно в макросейсмическом отношении, землетрясения.



Рис. 5.6. Плотность условной деформации известных землетрясений Приамурья и Приморья в период 1865–2015 гг.

Хотя в настоящее время в связи с развитием инструментальных наблюдений, в том числе за сильными движениями грунта, определение параметров землетрясений по макросейсмическим данным не применяется, тем не менее, традиционная оценка сейсмической опасности в баллах интенсивности сотрясений по-прежнему производится. Это делает вопрос о наблюденной интенсивности сотрясений в баллах макросейсмической шкалы актуальным. На рис. 5.7 показана карта огибающих наблюденных и расчетных изосейст землетрясений Приамурья и Приморья, а также максимальная наблюденная интенсивность в населенных пунктах. Карта, изначально полученная и опубликованная в статье [Оскорбин, Бобков, 1997а], была дополнена событиями последних двух десятилетий. Классификация интенсивности дана по макросейсмической шкале MSK-64. Расчет радиусов теоретических изосейст производился по уравнению макросейсмического поля [Новый каталог..., 1977]:

$$I_i$$
(балл) = 1.5 M – 3.5 $lg \sqrt{\Delta_i^2 + h^2}$ + 3.0, (11)

где $I_{\rm i}$ – интенсивность сотрясений на расстоянии $\Delta_{\rm i};\,h$ – глубина очага.



Рис. 5.7. Карта огибающих наблюденных и расчетных изосейст землетрясений и максимальной наблюденной интенсивности сотрясений в населенных пунктах Приамурья и Приморья. Построена Л.С. Оскорбиным, А.О. Бобковым [1997а], дополнена авторами. 1 – максимальная наблюденная интенсивность сотрясений в населенных пунктах; 2 – изосейсты максимальных сотрясений: наблюденные и расчетные (круговые).
Согласно рис. 5.7, в изучаемом регионе сотрясения интенсивностью, превышающей 8 баллов, не наблюдались. 8-балльные сотрясения в населенных пунктах также не отмечены, хотя в эпицентральной зоне Сковородинского землетрясения 2011 г. (M = 6.2) были найдены сейсмогеологические признаки сотрясений, соответствующие 8-балльной интенсивности [Овсюченко и др., 2012].

Интенсивность сотрясений в 7 (7-8) баллов наблюдалась в ближайших к очагу населенных пунктах при упомянутом Сковородинском землетрясении, при землетрясении на Зейской пристани 1889 г. (М оценивается в 4.2) и 1911 г. (М оценивается в 5.0); при Зейском землетрясении 1973 г. (M = 5.5) и самом крупном на территории Приморья Ханкайском землетрясении 1967 г. (M = 5.0). В последнем случае изосейста в 7 баллов охватила область примерно в 5000 км². Кроме того в 7 баллов оценивается максимальная зарегистрированная интенсивность сотрясений при Партизанском землетрясении 1933 г. (M = 4.5) в Приморье, слабом мелкофокусном землетрясении 1962 г. в том же районе (M = 2.7; h = 1-2.5 км), Приморском землетрясении 1955 г. (M = 4.4).

Некоторые другие сильные землетрясения теоретически были способны вызвать сотрясения в 7 баллов, однако произошли в море, малонаселенном районе, либо данные не были получены.

Как видно из приведенных данных, наиболее сильные сотрясения в регионе зафиксированы в наиболее сейсмически активном Янкан-Тукурингра-Джагдинском районе (зона А-Т-С) и на юге относительно мало активного Сихотэ-Алинского района (зоны Х-Дб и Ю-Пр), что может быть связано с его более плотной заселенностью, меньшей глубиной очага слабых событий, локальными особенностями территории, либо, наиболее вероятно, сочетанием этих факторов.

Самый низкий уровень расчетной интенсивности на территории Хабаровского края в среднем течении Амура и в центральной части Амурской области, где, согласно изолиниям рис. 5.7, сотрясения не должны были превышать 3 баллов, в реальности даже на этой территории в населенных пунктах (например, в г. Хабаровск) зафиксированы случаи сотрясений, превышающих расчетные. Как показывает детальное изучение макросейсмических проявлений сильных землетрясений Приамурья, Якутии и Байкальского региона, макросейсмическое поле таких событий крайне неоднородно, разница в интенсивности сотрясений в населенных пунктах на одной эпицентральной дистанции может достигать трех баллов. [Николаев и др., 1996, Ханчук и др., 2012].

5.3. Становой район (№ 1)

От Байкала до Охотского моря прослеживается крупная буферная сейсмотектоническая зона, являющаяся диффузной границей между Евразиатской и Амурской тектоническими плитами. Эта зона разграничена крупными тектоническими структурами (Байкальски рифт и Олекмо-Становая зона, составляющие Байкало-Становой сейсмический пояс, а также Монголо-Охотская сутура и ее продолжение в Приамурье - Тукурингра-Джагдинская зона) на два блока – Забайкальский на западе и Алдано-Становой на востоке [Имаева и др., 2012]. В зону ответственности СФ ГС РАН входит юго-восточная часть Олекмо-Становой зоны и большая часть собственно Алдано-Станового блока, который вместе с его северной границей выделен в поле сейсмичности в Становой район (№ 1). Наиболее значительная сейсмическая активность в этом районе связана непосредственно с юго-восточным флангом Станового разлома (6), где параметр А₁₀ достигает значений 0.5-0.75. Здесь же зарегистрированы наиболее сильные землетрясения. С учетом более ранних событий (землетрясения 1939 г., рис. 5.6, 5.8) пояс повышенной сейсмичности протягивается на восток к побережью, а также стыкуется с сейсмоактивными структурами на юге. На западе района вдоль границы с районом № 2 также прослеживается область повышенной сейсмичности, связанная с землетрясениями умеренной силы, возможно, происходящими на секущих разрывах между Становым и Джелтулакским разломами (как, например, Ларбинское землетрясение 1971 г.). Центральная часть района (собственно Алдано-Становой блок) также не является полностью асейсмичной, хотя на общем фоне менее сейсмоактивна, сильных землетрясений здесь не регистрировалось.

Данные о первых сильных землетрясениях приводятся в работе [Даммер, 1971]: «... в приосевой зоне этого поднятия имеются два очага землетрясений. Они залегают в земной коре и относятся к метаморфическому комплексу протерозойского фундамента. Один из них, очаг землетрясения 24 января 1937 г. (M = 5.2, h = 16 км), по-видимому, тяготеет к зоне главных, широтного простирания, тектонических разломов древнего заложения. Второй очаг землетрясения 22 января 1939 г. (M = 5.5, h = 20 км) расположен на площади новейших разрывных нарушений».



Сейсмичность региона Приамурье и Приморье (каталог землетрясений 1865-2015 гг.)

Рис. 5.8. Землетрясения Приамурья и Приморья 1865–2015 гг., М≥3.3. Показана схема разломов согласно [Тектоника..., 2004], нумерация приведена в гл. 4. Указан год землетрясений, упомянутых в тексте.

Ларбинское (Зверевское) землетрясение 14 июня 1971 г. (M = 4.3, Kp = 12, h = 10 км). Эпицентр его находился в верховьях р. Ниж. Ларбы – правый приток р. Нюкжа. Землетрясение приурочено к Становому структурному шву и обусловлено его современной тектонической активностью (западная часть Станового района). Землетрясение ощущалось на площади порядка 100000 км², но, поскольку эпицентр располагался вдали от населенных пунктов, собранные макросейсмические сведения о нем отрывочны и немногочисленны [Козьмин и др. 1975]. Геологи полевой геологической партии, бывшие на р. Ларбе, слышали мощный глухой гул, напоминающий громовые раскаты, и ощущали сильное колебание земли. Сотрясения силой 5 баллов отмечались в поселках Чульман, Беркакит, Золотинка, Нагорный, Лапри, Сигикта, Тында, Кабактан, удаленных от эпицентра на расстояние до 150 км [Солоненко и др., 1985].

По данным инструментальных наблюдений за 1962-2015 гг. наиболее сейсмически активным участком в Становом районе остается продолжение на его территорию Станового разлома, к зоне которого отнесены два вышеупомянутых землетрясения 1937 и 1939 гг. На этом же участке произошли два сильнейших землетрясения района за последующий период времени – Джугдырское 1 ноября 1977 г. (M = 4.8, h = 20-30 км) и Токинское 27 апреля 1979 г. (M = 4.3, h = 30 км). Эти землетрясения имели схожие механизмы очага, произошли в условиях субгоризонтального сжатия северного направления. Однако в очаге события 1977 г. растягивающие напряжения ближе к горизонту, потому землетрясение можно классифицировать как сдвиг, левосторонний вдоль вертикальной плоскости северо-восточного простирания, либо правосторонний вдоль плоскости юго-восточного простирания, падающей на югозапад. У события 1979 г. механизм очага взбрососдвиговый, плоскости падают более полого, но их ориентация и направления сдвиговых движений примерно те же.

Вызывает некоторое сомнение событие 24 октября 1988 г. (MLH = 5.5, Kp = 10.9, h = 12 км), произошедшее на продолжении разломной зоны юго-восточнее [Шолохова и др., 1991] Значение магнитуды делает это событие одним из сильнейших в регионе, однако, судя по отсутствию информации о макросейсмических проявлениях землетрясения, возможно его магнитуда завышена и следует доверять оценке энергетического класса Kp = 10.9, которое в пересчете дает значение магнитуды всего лишь M = 3.8. Именно это значение магнитуды оставлено в каталоге.

5.4. Янкан-Тукурингра-Джагдинский район (№ 2)

Сейсмичность этого района связана с системой хребтов, идущей из Забайкалья в виде Яблонового и Олекминского Становика, продолжающихся на территории Амурской области (Джелтулинский становик, Чернышова, Янкан, далее Тукурингра – Соктахан – Джагды). С северовостока эта система ограничена Зейско-Удским прогибом и им отделяется от Станового поднятия [Даммер, 1971], с юго-востока расположен Амурско-Зейский прогиб. Эта зона входит в состав протяженной шовной Монголо-Охотской геосинклинальной складчатой системы, разграничивающей Алдано-Становой и Амурский геоблоки.

Западной и центральной части района № 2 соответствует область максимальных значений сейсмической активности A₁₀=0.75–1 (рис. 5.3) и условной деформации (рис. 5.6), она совпадает с

простиранием хребтов Тукурингра и Соктахан, разделенных Зейским водохранилищем и ограниченных с юга и севера Южно- и Северо-Тукурингрскими разломами соответственно. Пиковые значения связаны с очаговыми зонами сильных землетрясений 13 июня 1972 г. (M = 5.6), 2 ноября 1973 г. (M = 5.5), 23 июля 1989 г. (M = 5.3), 17 июня 2008 г. (M = 5.4) и самого сильного в Верхнем Приамурье события за весь период наблюдений 14 октября 2011 г. (M = 6.3), произошедшего в районе хребта Янкан.

На самом востоке района в Джагдино-Селемджинской сейсмогенной зоне (Дж-С) также выделяется область повышенной сейсмической активности, протянувшаяся с юга на север. Однако в области хр. Джагды на рис. 5.3 выделяется сейсмическая брешь, где сильных землетрясений на протяжении инструментальных наблюдений не регистрировалось, да и слабая сейсмичность (рис. 3.2) проявляется редко. Ввиду того что разломно-тектонические структуры на этой территории не прерываются, эта область на картах сейсмического районирования относится к тому же уровню, что и весь восточный участок Монголо-Охотского линеамента [Уломов, Шумилина, 1999]. Л.С. Оскорбин выделил эту территорию в отдельную сейсмогенную зону (Дж). По мнению Р.М. Семенова [Семенов, 1993], отсутствие сильной сейсмичности в районе хр. Джагды объясняется особенностями его геотектонического строения, блок земной коры в районе хребта более консолидирован, отсутствие малых поперечных разрывных дислокаций не способствует разрядке тектонических напряжений в виде умеренно-сильных событий. Потому сейсмичность проявляется в виде редких сильных землетрясений, разделенных продолжительными периодами затишья. Магнитуда возможного землетрясения в этом районе оценивается в M = 6.5.

Первое документально зарегистрированное землетрясение в Зейском районе 18 февраля 1889 г. (M = 4.2, h = 7-30 км) ощущалось на Зейской пристани силой 7–8 баллов (эпицентр и магнитуда определены по макросейсмическим данным) [Леонов и др., 1977].

Зейское землетрясение 13 июня 1972 г. (M = 5.6, h = 18 км). Макросейсмические проявления данного события наблюдались на всем протяжении от Якутска до Невера Амурской области. В населенных пунктах Невер, Соловьевск, Стрелка, Лапри отмечались 2–3-балльные эффекты сотрясений. Сотрясения силой до 6 баллов отмечались на расстояниях около 80 км, а пяти – до 200 км, в ближайшем к эпицентру пос. Тынденский (D = 130 км) землетрясение проявилось силой 5 баллов. Был слышен сильный гул. Сотрясение ощущали многие жители, некоторые испугались. В момент толчка стены и потолки домов скрипели, звенели стекла окон, сдвигалась с места мебель, падали предметы, стоящие на столах и полках [Козьмин и др., 1976]. Площадь сотрясений составила около 100000 км². Очаг землетрясения совпадает с положением Северо-Тукурингрского разлома (16). Событие, вероятно, стало результатом левосдвиговой сейсмодислокации, вдоль субвертикальной плоскости северо-западного простирания.

Зейское землетрясение 2 ноября 1973 г. (M = 5.5, h = 5-10 км) произошло в малонаселенном горнотаежном районе Амурской области [Семенов, Авдеев, 1974; Леонов и др., 1977]. Эпицентр находился на южных отрогах хр. Тукурингра, в 120 км к северу от г. Зея.

Район сотрясений 7-8 баллов в плейстосейстовой зоне Зейского землетрясения ввиду недостатка данных оконтурен с определенной долей условности. Наибольшие сотрясения были отмечены на р. Б. Тынде, в 30 км выше устья. По сообщению охотника И.Н. Дрыгунова, находившегося во время землетрясения на берегу реки, перед колебанием почвы был слышен сильный подземный гул, после чего с интервалом несколько минут последовали два толчка. В результате землетрясения произошли каменные обвалы и осыпи, на реке потрескался лед и повысился уровень воды. Толчки меньшей силы, от которых содрогалось зимовье, ощущались до утра 3 ноября. Слабые толчки и гул отмечались еще в течение 20 дней. На заброшенном прииске Яныр, расположенном в 30-35 км к югу от инструментального эпицентра, землетрясение ощущалось силой 7 баллов. Люди, находившиеся во время землетрясения в бревенчатой избе, в страхе выбежали из нее, а идущие по улице ощутили сначала колебание почвы, а затем резкие толчки, затруднявшие движение. Были сильно напуганы животные. Землетрясение сопровождалось громоподобным гулом.

Максимальное расстояние, на котором ощущалось землетрясение, достигло 280 км. Общая площадь сотрясений – 101000 км². Подробная карта изосейст, составленная по данным 40 обследованных пунктов и 12 почтовых сообщений [Семенов, Авдеев, 1974], представляет область сотрясений, оконтуренную эллипсами изосейст от 3 до 7 баллов и ориентированных по направлению СЗ– ЮВ. На рис. 5.7 приведена максимальная наблюденная интенсивность [Оскорбин, Бобков, 1997а].

Тип сейсмодислокации в очаге землетрясения классифицируется как сбросо-сдвиговый. Одна из нодальных плоскостей субвертикальна и ориентирована на восток, а вторая, западного простирания, полого падает на северо-северо-запад.

Первое Селемджинское (Джагдинское) землетрясение произошло 29 июня 1975 г. (M = 5.3, h = 20-30 км) в малоизученном районе на стыке хребтов Джагды и Селемджинского. Оно было зарегистрировано как станциями Бомнак, Кировский и Ясный, так и многими другими сейсмическими станциями Сибири и Дальнего Востока. Селемджинское землетрясение должно было ощущаться жителями ближайших населенных пунктов, но такие сведения не поступили; к тому же оно не подвергалось и специальному макросейсмическому обследованию. Судя по магнитуде 5.3, можно предположить, что сила этого толчка была не менее 7 баллов. Отмечено, что после главного события произошли 3 афтершока.

Очаг Селемджинского землетрясения 29 июня 1975 г. характеризуется близгоризонтальным напряжением сжатия, ориентированным диагонально СВ-ЮЗ, и напряжением растяжения, ориентированным субвертикально. Одна из возможных плоскостей разрыва (NP1) имеет северо-западное простирание с крутым падением на северо-восток, плоскость (NP2) простирается на юго-восток и довольно полого падает на югозапад. Тип дислокации взброс.

24 ноября 1976 г. в западной части района вблизи пересечения хр. Амазарский и Урушинский произошло землетрясение (M = 5.0, h =27 км). С наибольшей силой землетрясение проявилось в пос. Ерофей Павлович и близлежащих населенных пунктах [Голенецкий, 1980]. Жители просыпались, в испуге выбегали на улицу. Землетрясение ощущалось и вне помещений. В деревянных домах осыпалась штукатурка, растрескивались кирпичные печи, в панельных зданиях на стыках стен и потолочных перекрытий появились трещины, кое-где лопались стекла окон, с полок падали книги и посуда, сдвигались тяжелые предметы. Слышался сильный подземный гул. Сотрясения в 5 баллов отмечены на расстоянии примерно до 50 км, затухание балльности с расстоянием в восточном и западном направлениях различалось мало - к востоку оно было несколько слабее. Из-за отсутствия информации изосейсты с севера и юга остаются незамкнутыми [Голенецкий, 1980]. По сообщению начальника гидрометеорологической станции в пос. Ерофей Павлович Е.И. Комогорцева, повторные толчки ощущались через 30-45 мин, а затем спустя 40 часов. Все они сопровождались гулом, согласно результатам обработки инструментальных данных энергетический класс этих событий невелик (Kp = 9-10). Самый сильный афтершок произошел 3.12.1976 г. (M = 4.4, h = 12 км), который также сопровождался гулом. Имеются сведения, что он ощущался в пос. Ерофей Павлович, Глухарево, Сивачи, Ороченский, Аячи силой 4–5 баллов.

Механизм очага землетрясения классифицируется как взбросо-сдвиговый, нодальная плоскость *NP1* восточного простирания и крутого южного падения совпадает по простиранию с Монголо-Охотским разломом (14), небольшая сдвиговая компонента вдоль нее является левосторонней. Альтернативная нодальная плоскость *NP2* северо-западного простирания полого падает на северо-восток.

Огоронское землетрясение 16 августа 1977 г. (M = 5.0, h = 5-20 км). Очаг землетрясения, видимо, приурочен к продолжению Северо-Тукурингрского разлома субширотного простирания в районе стыка хребтов Соктахан и Джагды.

Землетрясение ощущалось в пос. Бомнак и вдоль трассы БАМа к северу от эпицентра интенсивностью 5 баллов. Подземный толчок замечен всеми людьми, находившимися в зданиях и на открытом воздухе. Спавшие проснулись и в испуге выходили из домов. Дребезжали оконные стекла и посуда, колебались висячие предметы, падали предметы на столах и с полок. Был слышен подземный гул, как при сильном взрыве. Интенсивность сотрясений в пос. Зейск была примерно на один балл ниже, чем в пос. Бомнак, хотя пос. Зейск расположен ближе к эпицентру землетрясения [Видовский и др., 1981]. Возможно, это связано с различием в инженерно-геологических условиях.

В г. Зея и населенных пунктах Ясный и Октябрьский землетрясения ощущали люди, находившиеся в зданиях в спокойном состоянии. На территории, оконтуренной 3-балльной изосейстой, сейсмический эффект проявился неравномерно, фиксировались изменения сотрясений от 2 до 4 баллов. Изосейсты Огоронского землетрясения имеют форму эллипса, большая ось которого ориентирована субмеридионально, вкрест простирания геологических структур. Средние радиусы изосейст равны: 7-балльная изосейста – 10 км; 5-балльная – 26–52 км; 4-балльная – 95 км; 3-балльная – 150 км [Видовский и др., 1981], рис. 5.7. Общая площадь сотрясений при Огоронском землетрясении составляет более 50000 км². После главного события была зарегистрирована серия афтершоков, некоторые из них ощущались в пос. Бомнак силой до 3 баллов (по данным [Парфенов и др., 1987]).

Очаг Огоронского землетрясения 16 августа 1977 г. характеризуется горизонтальным напряжением сжатия, ориентированным на восток-северовосток, и горизонтальным напряжением растяжения северо-северо-западного простирания. Тип дислокации сдвиг, правосторонний по NP1 югоюго-западного простирания и левосторонний по NP2 восток-юго-восточного простирания.

Тынденское землетрясение произошло 25 февраля 1980 г. (M = 4.2, h = 20 км). Землетрясение тяготеет к Тукурингра-Становому межгорному понижению, к узлу пересечения разрывных нарушений северо-западного, широтного и северовосточного простираний. Наибольшие сейсмические эффекты наблюдались в пос. Первомайский, Сигикта, Тында, Восточный, аэропорт ($\Delta = 5-20$ км) – 5 баллов; пос. Кувыкта, Цыганка, Беленькая, Силип, Янкан ($\Delta = 5-20$ км) – 4 балла; пос. Могот, Хорочи ($\Delta = 50-72$ км) – 3 балла; пос. Джуваскит, Золотая Гора, Перевоз Гилюй, Кировский ($\Delta =$ 117-160 км) - 2-3 балла. Землетрясение ощущали все жители, находившиеся в помещениях, и некоторые под открытым небом. Отмечалось общее колебание домов, звенели стекла окон, скрипели полы и потолки, раскачивались висячие предметы, выплескивалась жидкость из сосудов, подпрыгивали книги на полках, падали неустойчивые предметы. Открывались и закрывались двери, в зданиях появились тонкие трещины в кирпичных печах. Общая площадь ощутимых сотрясений составила 15000 км². Эпицентр Тынденского землетрясения, вероятнее всего, приурочен к узловому пересечению Гетканского, Тынденского и других разломов северо-восточного и северо-западного простирания, находящемуся восточнее г. Тынды [Оскорбин и др., 1983].

Второе Селемджинское землетрясение произошло *30 июля 1983 г. (М* = 4.8, *h* = 10–15 км). Эпицентр землетрясения приурочен к Селемджинскому хребту и расположен в 20 км северовосточнее эпицентра 29 июня 1975 г. Землетрясение ощущалось жителями близрасположенных населенных пунктов примерно с одинаковой интенсивностью в пос. Союзный, Токур, Экимчан, Огоджа ($\Delta = 30-60$ км) – 4 балла; пос. Стойба ($\Delta =$ 80 км) – 3–4 балла. Второе Селемджинское землетрясение сопровождалось афтершоками, произошедшими в июле-августе с *Кр* ≤ 8.4. Сведения о сотрясениях более высоких баллов отсутствуют, так как эпицентральная область землетрясения охватывает ненаселенную местность [Оскорбин и др., 1986]. Эпицентры Селемджинских землетрясений приурочены к морфоструктурному узлу,

образованному пересечением Алданско-Приамурского регионального глубинного шва с Северо-Тукурингрским разломом, а последнее из них – к району схождения хребтов Джагдинского и Селемджинского.

Очаг Селемджинского землетрясения 30 июля 1983 г. характеризуется близгоризонтальным напряжением сжатия СВ–ЮЗ, и более крутым напряжением растяжения, тип сейсмодислокации – взбросо-сдвиговый. Одна из возможных плоскостей разрыва имеет почти меридиональное простирание вкрест оси Селемджинского хребта, падает на запад, направление сдвиговой компоненты вдоль нее правостороннее. Вторая имеет запад-северо-западное простирание с падением на северо-северо-восток и левую подвижку вдоль нее.

Землетрясение 23 июля 1989 г. (M = 5.3, $h = 13 \ \kappa m$) произошло западнее пос. Тында, оно имело заметный макросейсмический эффект (4-5 баллов) и вызвало большую серию повторных толчков с Кр = 7-10. Землетрясение ощущалось в пос. Беленькая, в 50 км от эпицентра, интенсивностью 4-5 баллов; в пос. Соловьевск, Тында ($\Delta = 55-60$ км) с интенсивностью 4 балла; в г. Зея, пос. Магдагачи, Овсянка, Береговое ($\Delta =$ 150 км) – 3–4 балла. Очаг землетрясения характеризуется близгоризонтальным напряжением сжатия, ориентированным субширотно, тип дислокации – взброс с небольшой сдвиговой компонентой. Нодальная плоскость NP1 северного простирания полого падает на восток, вторая плоскость юго-юго-восточного простирания более круто падет на запад.

Зейское землетрясение 17 июня 2008 г. (M = 5.4, h = 16 км) произошло в зоне хр. Соктахан, восточнее Зейского водохранилища [Коваленко и др., 2015]. Согласно собранным макросейсмическим данным, землетрясение ощущалось в близлежащем к эпицентру г. Зея ($\Delta = 52$ км) интенсивностью 4–5 баллов, в пос. Горный ($\Delta = 82$ км), Бомнак ($\Delta = 96$ км), Октябрьский ($\Delta = 115$ км) до 4 баллов. К сожалению, более подробных сведений о макросейсмических проявлениях получить не удалось. Землетрясение сопровождалось слабой афтершоковой активностью, до конца года зарегистрировано семь афтершоков с $Kp \leq 10$.

Очаг землетрясения характеризуется горизонтальным напряжением сжатия, ориентированным на восток-северо-восток, и горизонтальным напряжением растяжения северо-северо-западного простирания. Тип дислокации сдвиг, правосторонний по *NP1* юго-юго-западного простирания и левосторонний по *NP2* восток-юго-восточного протирания.

Сковородинское землетрясение 14 октября 2011 г. (M = 6.2, h = 18 км). Это землетрясение стало самым сильным сейсмическим событием, произошедшим в указанном районе за весь период инструментальных сейсмологических наблюдений. Очаг землетрясения локализован в долине р. Крестовка, между хребтами Янкан и Петровский в зоне глубинного Южно-Тукурингрского разлома. Сковородинское землетрясение ощущалось на всей территории Амурской области, на значительной территории Забайкальского края, на юге республики Саха (Якутия), в некоторых населенных пунктах республики Бурятия, Хабаровского края и северных провинциях Китая. В близлежащих населенных пунктах интенсивность сотрясений достигала 7 баллов. Детальная информация о макросейсмических проявлениях Сковородинского землетрясения представлена в статье [Ханчук и др., 2012].

Большое число афтершоков землетрясения было зарегистрировано локальной сетью ИФЗ РАН, работавшей в окрестностях землетрясения в этот период. Облако афтершоков вытянуто в субширотном направлении и почти вертикально погружается на глубину до 20 км. Детальному анализу афтершоковой последовательности и очаговой области землетрясения посвящена статья [Быкова и др., 2015]. В работе [Овсюченко и др., 2012] рассмотрены геологические проявления и макросейсмический эффект землетрясения в ближней зоне, обосновывается зарегистрированная интенсивность в эпицентральной зоне в 8 баллов.

Механизм очага Сковородинского землетрясения – субширотный левосторонний сдвиг вдоль субвертикальной плоскости, что совпадает с типом основных разломных нарушений региона и может служить подтверждением продолжающихся перемещений вдоль западного фланга Южно-Тукурингрского разлома.

5.5. Зейско-Селемджинский район (№ 3)

Район является наименее сейсмически активным на территории региона. На карте сейсмической активности (рис. 5.3) по данным за последние 40 лет выделяется лишь одна вытянутая в широтном направлении область, соответствующая очаговой зоне сильного землетрясения 2004 г. и большому числу меньшей силы событий западнее его (рис. 3.2). Однако рис. 5.6 позволяет утверждать, что северная часть района все же несколько более активна, чем южная. На северо-западе района есть еще одно скопление очагов относительно слабых событий, возможно, оно совпадает с очаговой зоной сильного землетрясения 1911 г., если принять во внимание переопределение его положения [Быкова и др., 2015]. Центральные и южные области района слабосейсмичны, хотя и здесь иногда регистрируются землетрясения (M = 2–3).

Землетрясение 6 августа 1911 г. (М = 5.0, h = 5-20 км) ощущалось на Зейской пристани силой 7-8 баллов (эпицентр и магнитуда определены по макросейсмическим данным) [Леонов и др., 1977].

Параметры Норского землетрясения 27 января 1923 г. (M = 4.0, h = 5-50 км) также определены по макросейсмическим данным: на прииске Заманчивом ощущались сильные повторные толчки и слышался довольно сильный гул [Попов, 1939].

Землетрясение 16 января 2004 г. (M = 5.0, h = 11 км). Эпицентр располагался на территории северной части Амурско-Зейской равнины в 18 км от пос. Октябрьский, в котором оно ощущалось с интенсивностью I = 5 баллов. В пос. Ясный, г. Зея, пос. Алгач ($\Delta = 66-132$ км) интенсивность составила 4 балла, в пос. Ураловка, Верхнезейск ($\Delta = 85-172$ км) интенсивность – 3 балла, в пос. Экимчан ($\Delta = 269$ км) интенсивность – 2 балла (рис. 5.7). Данные макросейсмического обследования приведены в работе [Коваленко и др., 2010]. Землетрясение сопровождалось многочисленными афтершоками (N = 102), сильнейший из которых 25 января Кр = 11.4 ощущался в пос. Октябрьский интенсивность 3–4 балла.

5.6. Турано-Буреинский район (№ 4)

Наиболее обширный Турано-Буреинский район (№ 4) включает в себя множество разломных структур в основном диагонального ЮЗ–СВ или меридионального простирания. Основой сейсмической активности здесь, по всей видимости, являются параллельные разломы, относящиеся к северному флангу разломной структуры Танлу. Северную часть пересекают продолжающиеся в сторону Охотского моря разломы Монголо-Охотской системы.

Зона разлома Танлу (ЗРТ) является одной из активнейших современных разломных систем Восточного Китая, представляет собой крупную структуру земной коры древнего (как минимум мезозойского) и глубинного (мантийного) заложения. ЗРТ протягивается по периферии Азиатского континента более чем на 2000 км, разделяя Амурскую (Китайскую) микроплиты на две части – западную и восточную. Северный фланг ЗРТ характеризуется сравнительно малой современной тектонической активностью и испытывает землетрясения с максимальной магнитудой M = 6.0.

Очаговые зоны наиболее крупных сейсмических событий: 23 августа 1888 г. (М = 5.5), 23 декабря 1914 г. (M = 6.0), 21 июня 1963 г. (M = 5.5), 29 августа 1970 г. (M = 5.5) расположены диагонально вдоль основных разломов района -Хинганского (110) и Ишу-Харпинского (112). Однако основное поле более слабой сейсмичности (рис. 3.2, 5.8), как и цепь максимумов сейсмической активности и условной деформации (рис. 5.3; 5.6), переходит из диагонального направления на юге района в меридиональное на севере вдоль некой дуги, отсутствующей в используемой в данной работе разломно-тектонической схеме [Тектоника..., 2004], стыкуясь на севере с максимумами сейсмичности Станового пояса. В статье [Имаева и др., 2012] авторы относят эти максимумы сейсмичности к Итун-Иланскому разлому, выделенному в поле сейсмичности и пересекающему шовные зоны Становой и Тукурингра-Джагдинской сутур. Итун-Иланский разлом называется ответвлением ЗРТ и также, как и другие разломы зоны, предполагается правым сдвигом.

На остальной территории района тоже отмечается повышенный уровень сейсмичности в виде рассеянного поля эпицентров землетрясений. Л.С. Оскорбиным здесь выделяется несколько сейсмических зон (ТУ, Бу-Ям, Бд-К, Эв-Ч, Тг-Ча, H-Ам), описание которых дано выше. Максимумы условной деформации соответствуют очаговым зонам сильнейших землетрясений, в то время как обширный участок повышенной сейсмической активности в юго-западной части района соответствует многочисленной группе относительно небольших (M = 4–5) сейсмических событий в южной части Буреинского хребта. Ниже приведены наиболее значимые события района.

Землетрясение 23 августа 1888 г. (M = 5.5, $h = 15-20 \ \kappa m$). Параметры определены по макросейсмическим данным. Землетрясение ощущалось в г. Хабаровск и на протяжении 400 км по р. Амур, расчетные изосейсты показаны на рис. 5.7 [Оскорбин, 1977].

Землетрясение 4 октября 1888 г. (M = 5.0, h = 5-20 км). Наблюденная интенсивность в эпицентре составила I = 6-7 баллов. Эпицентр землетрясения приурочен к Помпеевскому хребту.

Сильное землетрясение 3 октября 1907 г. (M = 5.2, h = 20 км), эпицентр которого приурочен к Сутарскому хребту, ощущалось на ст. Радде (5 баллов) и в г. Хабаровск (4 балла).

Самым сильным в Турано-Буреинском районе является землетрясение 23 декабря 1914 г. ($M = 6.0, h = 7-30 \ \kappa m$) [Николаев и др., 1989]. Параметры его определены по совместной интерпретации макросейсмических и инструментальных данных. Это землетрясение ощущалось силой 5 баллов в г. Николаевск-на-Амуре и пос. Мареинском. Эпицентр расположен в 50 км западнее р. Амур в районе хр. Чаятын.

По инструментальным и макросейсмическим данным определены параметры землетрясения 25 ноября 1924 г. (M = 5.3, h = 7-30 км) с эпицентром близ побережья в Сахалинском заливе. Оно ощущалось в г. Николаевск-на-Амуре – 2–3 балла, на небольших островах в северной части Амурского лимана наблюдался сильный подъем воды [Попов, 1939]. Хотя формально это землетрясение находится за принятыми границами региона, это одно из сильных событий Приамурья и должно быть упомянуто.

1 февраля 1929 г. непосредственно в районе г. Николаевска-на-Амуре произошло землетрясение (M = 4.4, h = 15 км), которое ощущалось силой до 5 баллов и сопровождалось несколькими повторными толчками [Уланов, 1932; Попов, 1939; Даммер, 1971].

К северной левобережной части хребта Малый Хинган приурочен эпицентр подземного толчка 9 апреля 1956 г. (M = 5.0, h = 20 км) интенсивностью в пос. Лондоко и Теплое Озеро 4 балла.

Землетрясение 21 июня 1963 г. (M = 5.5, h = 11 км) произошло в восточной части Борщовского хребта, стало первым и на настоящий момент наиболее сильным из большого числа событий в этом районе. Согласно определенному механизму в очаге землетрясения реализовалась сдвиговая подвижка со значительной взбросовой компонентой вдоль нодальной плоскости NP2 широтного простирания, падающей на север, направление движения вдоль этой плоскости левое, альтернативная плоскость меридионального простирания с правосторонней подвижкой практически вертикальна.

Баджальское землетрясение 29 августа 1970 г. (M = 5.5, h = 30-40 км) ощущалось с наибольшей силой в 6–7 баллов [Оскорбин и др., 1972, 1973]. Очаг землетрясения располагался в 150 км западнее г. Комсомольска-на-Амуре, под Баджальским хребтом, на глубине 30–40 км (по макросейсмическим данным). Плейстосейстовая область охватила в основном безлюдные районы, населенные пункты располагались на эпицентральном расстоянии более 100 км. В пос. Могды и Солнечном отмечены пятибалльные сотрясения на расстояниях 150 км от эпицентра, а в Комсомольске-на-Амуре интенсивность не превышала 4–5 баллов. В г. Хабаровск, удаленном от эпицентра на 270 км, землетрясение едва ощущалось – 2–3 балла. Изосейсты шестого и пятого баллов [Леонов и др., 1977] вытянуты вдоль Баджальского хребта, а изолинии четвертого и третьего баллов раскрываются в северо-западном и юго-восточном направлениях [Оскорбин и др., 1973] (рис. 5.7).

Очаг землетрясения 29 августа 1970 г. характеризуется близгоризонтальным напряжением сжатия, ориентированного меридионально, и более крутым напряжением растяжения, ориентированного широтно. [Парфенов и др., 1987; Николаев и др., 1989]. Одна из возможных плоскостей (*NP1*) ориентирована субмеридионально и круто падает на запад, вторая возможная плоскость разрыва (*NP2*) ориентирована на северо-восток и круто падает на юго-восток. Тип сейсмодислокации – взбросо-сдвиг.

Землетрясение 4 ноября 1973 г. (M = 4.7, h = 20-30 км), эпицентр которого расположен на шельфе в 60 км севернее эпицентра 29 ноября 1924 г., ощущалось в ряде населенных пунктов прилегающих участков Северного Сахалина и Хабаровского края силой 3–4 балла [Оскорбин и др., 1976]. Землетрясение предварялось и сопровождалось рядом слабых толчков Кр ≤ 9.5 .

Тугурское землетрясение 24 марта 1984 г. (M = 4.5, MSH = 5.6, h = 5-20 км). Очаг располагался под дном Тугурского залива Шантарского моря, на стыке подводного продолжения хребтов Альского и Тугурского.

Тугурское землетрясение сопровождалось двумя форшоками (Кр = 8.6, Кр = 10) и двумя афтершоками (Кр = 8.8, Кр = 10.4). Сведения о макросейсмических данных отсутствуют. Механизм очага Тугурского землетрясения характеризуется близгоризонтальным напряжением сжатия и почти вертикальным напряжением растяжения, что обусловило взбросо-сдвиговый характер дислокаций в его очаге. Одна из возможных плоскостей разрыва имеет простирание юго-западное (по простиранию Альского хребта) с падением на северо-запад, а вторая ориентирована субширотно (вкрест простирания Альского хребта) с падением на юго-восток. Обе плоскости характеризуются взбросо-сдвиговой подвижкой с преобладанием вертикальной ее компоненты. Отсутствие дополнительных данных (области афтершоков, макросейсмических данных) не позволяет выделить рабочую плоскость.

Землетрясение 5 марта 1987 г. (M = 5.2, $h = 16 \ \kappa m$) произошло в северных отрогах хр. Турана. Глубина, оцененная по фазам *sP-P* и *pP-P* составила $h = 16\pm 4 \ \kappa m$, по макросейсмическим данным $h = 19\pm 3 \ \kappa m$. Землетрясение ощущалось

в Селемджинском районе Амурской области и Верхнебуреинском районе Хабаровского края. Макросейсмическими возмущениями была охвачена территория около 56000 км². Землетрясение ощущалось в пос. Огоджа ($\Delta = 32$ км) – 5 баллов; пос. Коболдо ($\Delta = 55$ км) – 4–5 баллов; пос. Стойба, Экимчан, Ивановское, Ольгинск, Токур, Златоустовск ($\Delta = 65$ –90 км) – 4 балла [Шолохова и др., 1990].

Землетрясению сопутствовали и форшоки ($Kp \le 9$) и афтершоки ($Kp \le 7.9$), охватившие область 1800 км², вытянутую вдоль Южно-Тукурингрского разлома (в направлении падения фокальной плоскости *NP1*).

Очаг землетрясения 5 марта 1987 г. характеризуется близгоризонтальным напряжением сжатия ориентированным меридионально, и более крутым напряжением растяжения, ориентированным широтно. За рабочую плоскость принята плоскость *NP1* юго-восточного простирания с крутым падением на юго-запад. Тип дислокации – сдвиг.

12 января 2007 г. (M = 4.7, $h = 20\pm5$ км) произошло землетрясение севернее Комсомольска-на-Амуре (западнее хр. Мяочан), которое ощущалось: пос. Гори ($\Delta = 19$ км) и Кондон ($\Delta = 28$) интенсивностью сотрясений I = 5 баллов, в пос. Эворон ($\Delta = 48$ км), Солнечный ($\Delta = 50$ км), Горный ($\Delta = 53$ км) – 4 балла, в Комсомольске-на-Амуре ($\Delta = 63$ км) – 3 балла. Оно предварялось форшоком 9 января с Kp = 8.9 и сопровождалось небольшим числом афтершоков с Kp = 7.2-9.7, растянувшимися до конца года [Коваленко и др., 2013].

Очаг землетрясения 12 января 2007 г. характеризуется примерно равным наклоном к горизонту осей сжатия северо-восточного простирания и растяжения – юго-западного простирания. Одна из возможных плоскостей разрыва (*NP1*) имеет юго-восточное простирание и крутое падение на юго-запад. Плоскость *NP2* северо-западного простирания почти вертикальна, тип сеймодислокации – пологий сброс.

Землетрясение 20 мая 2007 г. (M = 4.8, MSH = 5.6, $h = 19\pm5$ км) произошло юго-западнее Николаевска-на-Амуре и ощущалось в пос. Тыр ($\Delta = 36$ км), Сусанино ($\Delta = 40$ км) интенсивостью 5 баллов, пос. Тахта ($\Delta = 59$), Богородское ($\Delta =$ 67 км) – 4–5 баллов. Главному событию предшествовали четыре форшока с Кр = 9.3–11.7. Максимальный форшок произошел 3 мая 2007 г. (M =4.2, Кр = 11.7) и ощущался интенсивностью I = 3балла в пос. Тыр ($\Delta = 45$ км), Сусанино ($\Delta = 48$ км), Тахта ($\Delta = 68$ км). Также отмечены три афтершока Kp = 8.0–10.9. Карта макросейсмических проявлений приведена в статье [Коваленко и др., 2013].

5.7. Сихотэ-Алинский район (№ 5)

Этот район для удобства рассмотрения разделим еще на две части: обширную, но слабо сейсмичную северную, и меньшую – южную, отличающуюся значительно большей плотностью населения, где даже относительно слабые события вызывают повышенный интерес.

Очаги наиболее сильных землетрясений района тяготеют к побережью и примыкающей акватории Татарского пролива (события 1924 г. (M = 5.6); 1968 г. (M = 4.7-5.0; 1990 г. (M = 6.2) и др.). О слабой сейсмичности говорить сложнее, т.к. представительность каталога на этой территории несколько хуже, но очевидно, что территория Сихотэ-Алиня, несмотря на известные крупные разломы, не проявляла значительную сейсмическую активность за инструментальный период наблюдений.

11 марта 1924 г. в северо-восточных отрогах хр. Хоми произошло довольно сильное землетрясение (M = 5.6, Kp = 14, $h = 20 \ \kappa m$). Параметры его определены по совместной интерпретации инструментальных и макросейсмических данных. Оно ощущалось с силой до 5 баллов на участке от оз. Кизи до впадения р. Лимуриа в Амур, а более слабые толчки – в течение февраля и марта 1924 г. [Уланов, 1932].

К рассматриваемому району условно отнесем землетрясение 10 июня 1927 г. (M = 5.0, h = 5-50 км), эпицентр которого расположен в Татарском проливе (определен неуверенно).

На побережье Татарского пролива в 1968 г. дальневосточной сетью сейсмических станций зарегистрирована серия подземных толчков, эпицентры которых находились в районе пос. Ванино и г. Советская Гавань.

Землетрясение 19 сентября 1968 г. $t_0=04:57:40 (M = 4.8, h = 22 км)$ ощущалось в населенных пунктах Советская Гавань – 5 баллов; Ванино, Датта – 4–5 баллов; Углегорск, Лесогорск, Тельновский, Надеждино, Шахтерск, Орлово – 3 балла.

Второе событие 19 сентября 1968 г. $t_0=05:01:16$ (M = 5.0, h = 22 км) произошло через 4 мин, но эпицентр его располагался в 35 км севернее в районе пос. Датта. В этот же день были зарегистрированы ряд подземных толчков, которые следует отнести, по-видимому, к афтершокам двух первых землетрясений [Оскорбин, Поплавская, 1972]. Землетрясения ощущались в Датте – 5–6 баллов; Ванино, Советская Гавань – 4 балла; Углегорск, Тельновский, Надеждино, Шахтерск – 3–4 балла; Орлово, Лесогорск – 2–3 балла. Отмечался гул, умеренное раскачивание висячих предметов, звон посуды и оконных стекол. На некоторых домах были частично разрушены кирпичные трубы, в обогревателе одного из домов образовалась сквозная трещина.

Третье землетрясение произошло 13 октября 1968 г. (M = 4.7, h = 30 км). Подземный толчок жители пос. Датта ощущали силой до 5 баллов, в г. Углегорск – около 3 баллов.

7 декабря 1980 г. (M = 4.7, h = 30 км) произошло землетрясение с эпицентром в центральной части Южного Сихотэ-Алиня. Землетрясения такой силы и с очагом в пределах земной коры ранее, по крайней мере с 1962 г., здесь, по-видимому, не происходили. Отсутствие близрасположенных сейсмических станций не позволяет говорить о форшоковой и афтершоковой деятельности, связанной с этим землетрясением. Сведения о макросейсмических данных отсутствуют [Оскорбин и др., 1980].

Землетрясение 13 ноября 1990 года (М = 6.2, MSH = 6.4; h = 16±4 км) произошло в южной части Татарского полива (северной части Японского моря) и ощущалось на территории Приморского и Хабаровского краев, а также на западном побережье о. Сахалин. Как показывает анализ сейсмичности в предыдущие годы, событий, подобных описываемому, в изучаемом районе ранее не отмечалось. Отсутствовали также сейсмические события, непосредственно предшествовавшие Приморскому землетрясению. Однако само оно спровоцировало мощную серию афтершоков, продолжавшуюся до конца 1990 г. [Поплавская и др., 1996]. По данным детального макросейсмического обследования, в ближайших к очагу населенных пунктах побережья пос. Усть-Соболевка, Кузнецово, Максимовка, Светлая, Ямгу наблюдаемый макросейсмический эффект достигал 5-6 баллов, в пос. Единка, Малая Кема – 4–5 баллов. Зона макросейсмических возмущений вытянута на юго-запад в направлении вспарывания разрыва $(Az_{PCTRIP} \approx 225^{\circ})$. Граница ощущаемости на юго-западе проходит в 600 км от очага, на северо-западе в 360-375 км и на северо-востоке в 285-295 км (рис. 5.7).

Очаг землетрясения характеризуется близгоризонтальным напряжением сжатия, ориентированным субширотно, и растяжения в меридиональном направлении, тип дислокации – сдвиг. По обеим альтернативным плоскостям происходили сдвигонадвиги с преобладанием сдвиговой компоненты подвижки. Сопоставление Az_{разр} с простиранием (STK) нодальных плоскостей позволило выбрать в качестве плоскости-сместителя в очаге плоскость с простиранием STK = 226° и падением под континент DP = 75° [Поплавская и др., 1996].

По данным о механизме очага Приморского землетрясения разлом в очаге является коровым левосторонним взбросо-сдвигом или надвигосдвигом, по которому позднемезозойское орогенно-складчатое сооружение Сихотэ-Алиня взброшено или надвинуто и смещено на юго-запад относительно Татарского пролива.

Более подробно рассмотрим Южно-Приморский район. Здесь наиболее сильные сейсмические события произошли в 1962 и 1967 гг., поэтому на карте сейсмической активности (построенной на основе данных 1975–2015 гг.) этот район выражен слабо. Зато карта условной деформации (рис. 5.6), как и карта эпицентров (рис 5.8), демонстрируют, что сейсмическую активность Южного Приморья можно отнести к умереннослабой. Согласно собранной макросейсмической информации, здесь неоднократно регистрировались сотрясения интенсивностью I = 7 баллов.

Территориально очаги ощутимых землетрясений разделяются на три группы:

- Партизанскую: события 1933 г. (М = 4.5);
 1962 г. (М = 2.7); 1971 г. (М = 4.1);
- Владивостокскую: события 1950 г. (M=4.1);
 1955 г. (M = 4.4);
- Ханкайскую: события 1962 г. (М = 5);
 2 события 1967 г. (М = 5); 2003 г. (М = 4.4) и
 2014 г. (М = 4.4).

На рис. 5.9 показаны изосейсты наиболее значимых ощутимых коровых землетрясений Приморья.

Первое достоверно зафиксированное землетрясение в Приморье произошло 19 сентября 1933 г. (M = 4.5; h = 8 км). Описание подробностей не сохранилось. Для него характерна малая глубина очага. В пос. Партизанск оно ощущалось как 7-балльное землетрясение, на расстоянии 6–7 км от центра поселка как 4–5-балльное. Инструментальных данных землетрясения нет [Мирошников, 1974; Органов, 1962а]. Изосейсты по М.Г. Органову имеют северо-северо-восточное направление. Сведения собраны Л.П. Крыжневой и Г.П. Чермных (сейсмическая станция Владивосток) путем опроса местных жителей. Землетрясение 1933 г. по своим проявлениям сходно с землетрясением 1962 г. (рис. 5.9).



Рис. 5.9. Схема изосейст коровых землетрясений Южного Приморья 1933–2014 гг. Составлена на основе работ [Органова, 1980; Органова, Кручинина, 1978; Леонов и др., 1977; Чермных, 1972] и материалов авторов. 1 – эпицентр и год землетрясений; 2 – изосейсты Партизанских землетрясений 1933 и 1962 г.; 3 – Артем-Шкотовского 1950 г.; 4 – Приморского 1955 г.; 5 – Лесозаводского 1962 г.; 6 – Ханканского 1967 г.; 7 – Николаевского 1971 г.; 8 – землетрясения 12 апреля 2014 г. Римскими цифрами подписаны изосейсты соответствующего балла.

Артем-Шкотовское землетрясение произошло 10 октября 1950 г. (M = 4.1, h = 14 км), ощущалось на большой площади от пос. Шкотово до с. Ивановка и от Тереховки до Ново-Хатуничей. В г. Владивостоке, Уссурийске и окрестностях пос. Кангауз сила сотрясений составила 3 балла. М.Г. Органов, собрав сведения в 19 населенных пунктах, построил схему изосейст, вытянутых в северо-восточном направлении в соответствии с тектоническими структурами района. Площадь 4-балльных сотрясений составила 900 км², 3-балльных – 3500 км² (рис. 5.9) [Органова, 1980]. Инструментальных данных нет.

Приморское землетрясение 14 сентября 1955 г. в районе ст. Приморская (M = 4.4; h = 6 км) с эпицентром в пос. Кедровая Падь. Макросейсмические проявления землетрясения в ближайших к эпицентру населенных пунктах соответствуют воздействиям в 7 баллов [Леонов и др., 1977].

В пос. Приморский были повреждены все постройки, во многих зданиях разрушились печи, упали трубы. На склонах гор произошли небольшие обвалы. По данным Н.М. Органовой и Л.М. Кручининой [Органова, Кручинина, 1978], образовались трещины в земной поверхности, в воздухе отмечалась запыленность. Землетрясение сопровождалось невысокой морской волной, отмеченной на побережье п-ова Песчаный, Эгершелд, бух. Нарва. Образовался водяной столб в Амурском заливе в 0.5 км от устья р. Барабашевка. По-видимому, здесь имело место подводное оползание илистых осадков с юго-западного Муравьевского порога, что привело к некоторому изменению рельефа дна залива [Органова, Кручинина, 1978; Олейников, Олейников, 2009]. Изосейсты вытянуты в северо-восточном направлении на 200 км и резко сужены (до 25 км) вкрест простирания основных геологических структур [Леонов и др., 1977; Олейников, Олейников, 2009]. Площадь 7-балльных сотрясений составила 50 км², 6-балльных – 610 км², 5-балльных – 800 км² (рассчитаны по схеме Н.М. Органовой [Органова, Кручинина, 1978]). По макросейсмическим опросным данным максимум сотрясений приходится на район ст. Приморская. Вывалы камней со склонов наблюдал лесник в долине руч. Золотой. В пос. Кедровая Падь ощущались три толчка. Почти все свидетели слышали направление гула (с моря и с юга), но были толчки и с северо-востока, и даже юго-запада. Во Владивостоке и на ст. Океанской ощущалось землетрясение силой в 3 балла. Инструментальных данных нет.

Лесозаводское землетрясение произошло 15 августа 1962 г. (M = 5.0; h = 30 км). По данным Л.Д. Мирошникова, землетрясение ощущалось силой до 6 баллов в г. Лесозаводске и силой до 3 баллов в г. Владивосток. Во время толчка отмечено смещение предметов с ЮВ на СЗ. Наблюдалось качание деревьев, падение висящих на стенах предметов, остановка часов, хлопанье дверей и осыпание штукатурки. По данным М.Г. Органова, Лесозаводское землетрясение ощущалось силой 6 баллов, магнитуда М = 5.5 глубина очага 37 км, эпицентр в 42 км юго-западнее г. Лесозаводска в долине р. Сунгач, изосейсты северо-восточного простирания. На основании обработки макросейсмических материалов (рис. 5.9) 5-балльные изосейсты протягиваются через район поселков: Филаретовка, Тургенево, Еленовка, Преображенка, Татьяновка, Прохоры и выходят к побережью оз. Ханка между реками Спасовкой и Илистой [Органова, 1980]. 4-балльная изосейста проходит между г. Дальнереченском и пос. Сухановкой, затем идет через поселки Новотроицкое, Орехово, Самарку, Кокшаровку, Анучино, Ляличи, Ярославский и Камень-Рыболова. 3-балльная изосейста - южнее ст. Бикин, восточнее г. Лучегорска и пос. Заветного, через пос. Извилинку, г. Уссуриск, пос. Пограничный и Краево. Плейстосейстовая область располагалась в пределах Ханкайского массива, на кристаллическом фундаменте которого с мелового времени формировались унаследованные прогибы и наложенные впадины. По данным ГСЗ, земная кора этого района разбита коровыми и глубинными разломами на блоки. Н.М. Органова считает, что плейстосейстовая область располагается в полосе сочленения слабых отрицательных и положительных изостатических аномалий северо-восточного и северо-западного простирания. Район характеризуется недостатком мощности земной коры в пределах 2 км. Таким образом, кора находится в несколько нарушенном изостатическом состоянии. Землетрясение 1 сентября 1962 г. (М =

2.7, $h = 1-2.5 \ \kappa m$) сопровождалось сильным гулом, форшоками и афтершоками меньшей силы (5 событий). На территории г. Партизанск и пос. Углекаменск интенсивность достигала 7 баллов. 6-балльная зона имела простирание ССВ и занимала площадь до 6 км². 5-балльная зона охватила территорию $\approx 30 \ \text{кm}^2$, 4-балльная зона занимала площадь до 100 км². Вытянутость зоны в направлении ССВ приближается к простиранию складчатых структур района, несколько отклоняясь в меридиональном направлении [Леонов и др., 1977; Мирошников, 1974; Органов, 1962а, 19626].

Ханкайское землетрясение зарегистрировано 15 августа 1967 г, t_0 =15:36:06 (M = 5.0; h = 20 км) [Леонов и др., 1977]. Сейсмическая станция Владивосток зарегистрировала землетрясение с эпицентром в районе оз. Ханка в 155 км к северу от г. Владивостока. Землетрясение ощущалось примерно на ³/₄ площади Приморского края, а в ближайших к эпицентру пунктах значительно повредило сельские постройки. После основного события был отмечен ряд афтершоков, которые ощущались в радиусе 25 км и более.

В плейстосейстовой области был слышен глухой раскатистый подземный гул, частично разрушились кирпичные печи, дымоходные трубы. Падали куски штукатурки, открывались и закрывались окна и двери, скрипела мебель, падали и сдвигались с места предметы. В пос. Новая Девица отмечено повышение уровня воды в колодце. Спавшие жители проснулись и в панике выбегали из домов в поселках Сиваковка, Новая-Девица, Черниговка, Камень-Рыболов, Манзовка, Спаск-Дальний, Реттиховка, Хороль, Анучино, Астроханка, Сантахеза, Ярославский, Липовцы, Пограничный, Турий Рог, Ильинка (Δ = 9–88 км).

7–8-балльные сотрясения наблюдались на эпицентральных расстояниях до 50 км, в направлении пос. Анучино – 87 км. Это свидетельствует о вытянутости изосейст Ханканского землетрясения в ЮВ направлении (рис. 5.9). Максимальное расстояние, на котором ощущалось землетрясение, составляет 225 км. Общая площадь сотрясения составила 200000 км² [Чермных, 1972].

Эпицентральная зона Ханкайского и Лесозаводского землетрясений располагается на границах впадины, наложенной на Ханкайском массиве и выполненной мезозойскими осадками. Отдельные южные участки этой впадины на тот момент испытывали подъем со скоростью 1 мм/год [Ивашинников, 1973], а северная ее часть, наоборот, погружалась. Возможно, что подобными контрастными подвижками и объясняется возникновение этих землетрясений [Леонов и др., 1977].

Землетрясение 15 августа 1967 г., t_0 =17:41:49 (M = 5.0; h=20) в районе пос. Преображение, Лазовского района (побережье Японского моря восточнее бухты Судзухе) сейсмостанциями не зарегистрировано, но ощущалось многими людьми, находившимися в помещениях и на открытом воздухе. Спавшие просыпались и в испуге выбегали из домов. В деревянных домах скрипели полы и стены, дребезжали оконные стекла, в многоэтажных домах падали легкие предметы, посуда. Домашние животные и птицы проявляли беспокойство. Инструментальных данных нет [Поплавская и др., 1970].

Землетрясение 18 декабря 1971 г. (M = 4.1, h = 5-7 км) произошло в районе пос. Николаевка, с изосейстами по Г.П. Чермных северо-западного простирания [Органова, 1980]. Землетрясение сопровождалось взрывоподобным гулом низкого тона. Интенсивность сотрясения резко убывала – на расстоянии 25 км к северу и 45–50 км к юго-востоку она не превышала 3 баллов. Локальный эффект свидетельствует об очень небольшой глубине очага. Особо резкое затухание эффекта землетрясения наблюдается вдоль Южно-Сихотэ-Алинской шовной зоны, так как к югу сейсмические колебания свободно распространялись на расстояние до 70–80 км [Леонов и др., 1977].

7 октября 2003 г. (M = 4.4; h = 30 км) произошло землетрясение в районе пос. Марьяновка (оз. Ханка), ощущавшееся в близлежащих поселках интенсивностью до 3–4 баллов на расстоянии до 89 км и 2–3 баллов на расстоянии 136 км. Вероятнее всего за счет большой глубины очага макросейсмический эффект землетрясения был незначительный.

Землетрясение 12 апреля 2014 г. (MPV(A) = 4.5, $h = 14 \ \kappa m$) произошло в районе пос. Межгорье восточнее оз. Ханка. Наиболее сильно ощущалось в поселках Межгорье, Крыловка, Марьяновка, расположенных на расстоянии 4-13 км от эпицентра, где интенсивность составила 5 баллов. С расстоянием интенсивность сотрясений закономерно спадает, однако известно об ощутимых эффектах в 2-3 балла на расстояниях 150-180 км от эпицентра. Детального макросейсмического обследования плейстосейстовой области не проводилось. Информация получена по телефону, а так же из опросных листов, собранных Н.В. Шестаковым. На рис. 5.9 приведена изосейста 5 баллов и частично изосейта 3-4 балла. Землетрясение ощущалось в поселках Дальнереченск и Смычка на расстояниях 150-180 км от эпицентра силой 2-3 балла, что свидетельствует о вытянутости изосейст землетрясения в ЮВ направлении.

В плейстосейстовой области был слышен сильный подземный гул, из межпотолочных плит осыпалась штукатурка, образовались трещины в углах и на стенах домов (3–5 мм), деформировались обои, падали мелкие предметы. Спящие проснулись, многие жители вышли на улицу. Единственный афтершок этого землетрясения был зарегистрирован спустя 36 минут после основного события.

Тип дислокации в очаге землетрясения – сдвиг, возможны два направления плоскости подвижки: субширотное (*NP1*, левый сдвиг) либо субмеридиональное (*NP2*, правый сдвиг) [Шестаков и др., 2018].

5.8. Приграничный район (№ 6)

Здесь собраны сведения о наиболее сильных сейсмических событиях, эпицентры которых произошли на территории Китая, однако их макросейсмический эффект мог проявиться в населенных пунктах СССР/РФ, потому эта территория также входит в зону ответственности СФ ФИЦ ЕГС РАН. В основном это горные районы северной части Большого и Малого Хингана, Средне-Амурской равнины, горные области к западу от оз. Ханка.

Самое сильное землетрясение здесь произошло 3 июля 1902 г. (М оценивается в 6.6, $h \sim 20$ км) в восточных отрогах хребта Лаоелин. Наибольшая известная интенсивность составила 6 баллов на расстоянии Δ =60 км. Эпицентр находился за пределами нынешних границ региона.

Землетрясение 17 сентября 1931 г. (M = 5.5, h = 50–120 км). Основные параметры определены по макросейсмическим данным. Эпицентр находился на границе с Китаем, в районе Мало-

го Хингана. Макросейсмические данные представлены в работе [Попов, 1939]. Землетрясение ощущалось в г. Благовещенск силой 6 баллов. В некоторых домах образовались трещины, окна звенели, двери сами открывались, слышался подземный гул. В пос. Чекунде (на р. Бурее) – силой в 5 баллов, отмечено волнообразное движение почвы, звенела посуда, одна женщина упала с постели. В селах Кучея (Хингано-Архангельского района) шаталась мебель. Наблюдалось пять отдельных толчков, в пос. Амурском (зерносовхозе) два толчка средней силы. На ст. Козырновской (на телеграфе 3 толчка) – 4–5 баллов. В пос. Домикан наблюдалось колебание почвы, с полок падали мелкие предметы, слышался гул и трещали стропила крыш. Землетрясение охватило большой район, на рис. 5.7 приведены расчетные круговые изосейсты.

Сильные землетрясения произошли 1 сентября 1942 г. (M = 5.7, h = 20 км) в зоне влияния разлома Намурхэ в 100 км южнее г. Благовещенск и 23 декабря 1948 г. (M = 5.2, h = 15 км) к западу от оз. Ханка. Данные по макросейсмическим проявлениям этих событий отсутствуют.

Серия событий 1986 г. в районе Малого Хингана оказалась уникальной для региона. Первое землетрясение произошло 9 февраля 1986 г. (M = 5.1, $h = 15 \ \kappa m$), оно вызвало 4-балльные сотрясения в г. Благовещенск и пос. Константинов-

ка, где отмечался слабый звон посуды, дрожание мебели, из полных чашек выплескивалась вода.

Второе землетрясение произошло 28 февраля 1986 г. (M = 5.7, h = 13 км) и ощущалось в тех же населенных пунктах, но силой 5–6 баллов. В некоторых зданиях образовались тонкие трещины между стыками панелей. Жители слышали скрип полов и тонких перегородок, звенела посуда, наблюдалось опрокидывание торшера.

15 августа 1986 г. в 17:53 произошло событие (M = 4.9, $h = 16 \ \kappa m$), после которого в этот же день в 20:20 последовало землетрясение (M = 5.6; $h = 14 \ \kappa m$), ощущавшееся в г. Благовещенск и пос. Константиновка силой 5 баллов. Люди проснулись, слышалось дребезжание посуды и оконных стекол, было замечено колебание висячих предметов, слышался гул. Гипоцентральная область описываемой серии землетрясений находилась под воздействием горизонтальных напряжений сжатия, ориентированных субширотно, и более крутых растягивающих напряжений менее устойчивой ориентации. Подвижки в очагах землетрясений были преимущественно взбросового типа [Шолохова и др., 1989].

1 октября 1993 г. (M = 5.0, h = 20 км) в южных отрогах Помпеевского хребта на границе с Китаем произошло землетрясение, которое ощущалось в г. Биробиджан ($\Delta = 210$ км) интенсивностью 3–4 балла.

ГЛАВА 6 реконструкция тектонических напряжений в коре и мантии региона

Изучение сейсмотектоники Приамурья и Приморья несколько тормозит дефицит данных о механизмах очагов происходящих здесь землетрясений, что обусловлено как относительно низкой сейсмичностью территории, так и слабой развитостью сейсмологической сети, применяемой для рутинных сейсмологических наблюдений: созданная в СССР система сейсмического мониторинга не только не развивается, а наоборот, приходит в упадок.

Тем не менее, к настоящему моменту Сахалинскому филиалу ФИЦ ЕГС РАН удалось накопить каталог механизмов очагов землетрясений Приамурья и Приморья, включающий информацию о 109 землетрясениях, произошедших в период с 1963 по 2014 г., 52 из которых относятся к глубокофокусным (мантийным) событиям (рис. 6.3), 57 – к коровым (рис 6.7). С учетом значительной площади региона это количество невелико, но при этом позволяет провести оценку поля тектонических напряжений региона.

Определение параметров очага землетрясения в приближении двойного диполя осуществлялось с использованием программы «Механизм» [Аптекман и др., 1979] методом полярности первых вступлений в *P*-волне (*Pg, Pn, pP*). Полученные решения, при возможности, уточнялись путем привлечения (вручную) знаков *SV-, SH-, SVG-, SHG*-волн с использованием теоретических палеток нодальных линий для *SV-* и *SH*-волн [Балакина, 1972]. Детально особенности методики и ее реализации в программном пакете описаны в работах [Поплавская и др., 1989, 2001; Коновалов и др., 2014].

Примерное качество каталога можно оценить по рис. 6.1, где показано распределение событий с известными механизмами очага во времени. Наибольшее количество механизмов коровых землетрясений приходится на 1980-е – начало 2000 гг., после чего число полученных решений значительно сокращается. Определение механизмов очагов глубокофокусных землетрясений, напротив, увеличивается к началу 2000-х годов. О представительности полученного каталога говорить не приходится, однако магнитудный диапазон событий в нем довольно велик.



Рис. 6.1. Распределение землетрясений с известным механизмом очага во времени.

На рис. 6.2 показано распределение полученных решений по типу сейсмодислокации в очаге согласно классификации, принятой в СФ ГС РАН (гл. 3).



Рис. 6.2. Распределение механизмов очагов землетрясений (Приложение 2) по типу сейсмодислокации: а – коровые землетрясения (глубина h<50 км); б – глубокие землетрясения (глубина h>300 км).

Как видно из рис. 6.2, регион Приамурье и Приморье неоднороден по типу механизмов происходящих здесь землетрясений. В коре региона преобладают пологие надвиги и пологие сбросы (взрезы), т.е. типы сейсмодислокаций, при которых одна из возможных плоскостей механизма очага близка к вертикали, а вторая субгоризонтальна. Среди глубоких событий преобладают сдвиги и взбросо-сдвиги.

Для анализа условий, в которых реализовались землетрясения каталога, был использован метод катакластического анализа (МКА) совокупностей механизмов очагов землетрясений (I этап), реализованный в программном комплексе STRESSseismo [Ребецкий, 1999; Ребецкий, 2003]. Методика позволила построить карты ориентации главных осей тензора напряжений, а также районировать территорию по виду тензора напряжений и геодинамическому режиму, определяемому типом напряженного состояния.

Реконструкция тектонических напряжений в мантии региона. Для МКА очагов землетрясений с гипоцентрами в мантии использовались 52 механизма очагов землетрясений с магнитудой М=3.3–7.6 в диапазоне глубин h=306–582 км (Приложение 2, рис. 6.3).



Рис. 6.3. Положение глубоких землетрясений с известными механизмами очагов региона Приамурье и Приморье. Показаны стереограммы механизмов в проекции на нижнюю полусферу, размер пропорционален магнитуде события. Пунктиром показаны изолинии глубин субдукции Тихоокеанской плиты согласно [Zhao, Hasegawa, 1993].

Как видно из рис. 6.3, очаги землетрясений группируются вдоль полосы, огибающей побережье Приморья на глубине, понижающейся с 350 км на юго-востоке до 600 км на западе и северо-западе.

Эта область была покрыта равномерной сеткой с шагом 0.23° по широте и 0.4° по долготе и 12 км по глубине с погружением на запад в южной части области и на север в северной. Для каждого узла сетки проводился поиск очагов землетрясений, перекрывающих его своей областью упругой разгрузки, размер которой зависит от магнитуды события и может варьироваться. После составления выборка тестировалась на однородность. Для узлов сетки (кластеров) в которых удалось составить однородную выборку механизмов очага, показана ориентация главных осей тензора напряжений, указан тип напряженного состояния и вид тензора напряжения (рис. 6.4, 6.5).

Составление выборок производилось трижды от наиболее строгих условий составления (меньшая область упругой разгрузки, 6–10 механизмов очага в каждой выборке в первой итерации) к менее строгим (большая область упругой разгрузки для 2 итераций, уменьшение до 5 событий в выборке для 3). Результаты расчетов при более строгих условиях имеют более высокий приоритет.

В результате расчетов для всего времени наблюдений в отдельных узлах заданной сетки получены значения тензора современных тектонических напряжений.



Рис. 6.4. Проекции на горизонтальную плоскость осей главных напряжений σ3 (максимальное девиаторное сжатие) и тип напряженного состояния для глубоких землетрясений. Центр окружности соответствует точке, для которой составлена выборка, цвет – типу напряженного состояния, размер пропорционален строгости условий составления выборки. Оси главных напряжений построены в направлении погружения, длина отрезка пропорциональна косинусу угла погружения, при угле погружения менее 19 градусов отрезок пересекает узел. На врезке показано распределение количества узлов по типу напряженного состояния.



Рис. 6.5. Проекции на горизонтальную плоскость осей главных напряжений σ1 (минимальное девиаторное сжатие) и коэффициент Лодэ-Надаи. Центр окружности соответствует точке, для которой составлена выборка, цвет – величине коэффициента Лодэ-Надаи μσ, размер пропорционален строгости условий составления выборки. Оси главных напряжений построены в направлении погружения, длина отрезка пропорциональна косинусу угла погружения, при угле погружения менее 19 градусов отрезок пересекает узел. На врезке показано распределение количества узлов по азимуту и углу погружения главных осей.

Полученные значения напряжений можно охарактеризовать:

 по типу напряженного состояния (по классификации наклона главных осей относительно поверхности, используемой в работах Ю.Л. Ребецкого) [Ребецкий, 1999 и др.]. Классификация в виде октанта главных напряжений показана на рис. 6.6;

 по азимуту и углу погружения главных осей напряжений σ3 (сжатия, рис. 6.3) и σ1 (растяжения, рис. 6.4);

– по коэффициенту Лодэ-Надаи, определяющему вид тензора напряжений от одноосного растяжения $\mu_{\sigma} = -1$ до одноосного сжатия $\mu_{\sigma} = 1$.

Как показано на рисунках выше, в мантии под территорией Приморья удалось получить три группы кластеров, характеризующих напряженно-упругое состояние тектоносферы.

Самый большой юго-западный участок находится в условиях В-3, ЮВ-СЗ субгоризонтального (PL=10–30°) сжатия. Ось растяжения σ 1 меняет свое направление от довольно крутого восточного падения в западной, наиболее глубокой части участка, до пологого падения и субгоризонтального направления на север на востоке. Это определяет смену напряженного состояния от сжатия на западе до сдвига в восточной части. Вид тензора напряжений на большей части участка близок к чистому сдвигу, т.е. $\mu \sigma \sim 0$, однако на север-восточной границе $\mu \sigma > 0.6$, т.е. здесь преобладает состояние, близкое к одноосному сжатию.



Рис. 6.6. Геодинамический тип напряженного состояния: 1 – режим горизонтального растяжения; 2 – режим горизонтального растяжения со сдвигом; 3 – режим горизонтального сдвига; 4 – режим горизонтального сжатия со сдвигом; 5 – режим горизонтального сжатия; 6 – режима сдвига в вертикальной плоскости (вертикальный сдвиг).

Второй участок северо-восточнее состоит из более разнообразных кластеров. Напряжение сжатия оЗ здесь хоть и сохраняет в большей части узлов северо-восточное погружение, но угол погружения меняется в широких пределах от субгоризонтального в восточной части участка до субвертикального в центральной. Ось растяжения σ1 еще менее устойчива, хотя в большинстве кластеров преобладают южные и юго-западные направления падения и углы, близкие к горизонту. Это определяет геодинамический тип растяжения в центральной и южной части участка (с элементами сдвига), в северо-восточной части преобладают участки сжатия и сжатия со сдвигом. Вид тензора напряжений существенно изменяется, однако на большей части участка остается в пределах µσ = ± 0.6 , несколько узлов с $\mu\sigma > 0.6$ встречаются в южной и крайне северной части.

Самый маленький северо-восточный участок составлен всего по 5 близким по типу механизмам очага, потому поле напряжений здесь относительно однородно: горизонтальное BIOB-3C3 сжатие при субвертикальном растяжении. Тип напряженного состояния – сжатие, µσ ~ 0.

Согласно современным представлениям, подтверждаемым данными сейсмической томографии [Fukao at al., 2001; Huang, Zhao, 2006], Тихоокеанская литосферная плита субдуцирует под континент от Курило-Камчатского, Японского, Идзу-Бонинского и Марианского желоба. Мантийная сейсмичность связана с процессами, происходящими в погружающейся плите (слэб). На глубине 500–600 км в переходной зоне верхней мантии плита теряет упругие свойства, сейсмичность в ней прекращается, хотя высокоскоростная структура продолжает прослеживаться в мантии в горизонтальном западном направлении еще на несколько сотен километров. Большая часть вещества, составлявшего слэб, отражается от границы нижней мантии на глубине 660 км, какая-то часть, возможно, погружается через границу.

Полученные данные показывают, что погружающееся в мантию вещество находится в условиях сжатия, направление оси которого близко к направлению погружения, либо образует с ним острый угол (ближе к горизонту). Направление падения оси сжатия – восток-северо-восточное, на наиболее глубоких участках оно близко к направлению сжатия в приповерхностной области контакта литосферных плит в районе глубоководных желобов. Однако направление несколько варьируется на меньшей глубине (второй участок), где проявляется субгоризонтальное растяжение.

На наибольшей глубине, где еще регистрируется сейсмическая активность, наблюдаются условия сокращения площади погружающейся плиты (относительно поверхности), вызванное, вероятно, контактом с границей на глубине 660 км, на меньших глубинах есть участки, где ее проекция на поверхность увеличивается. Возможно, на этом участке проявляется растяжение погружающегося слэба в стороны, что могло бы объяснить столь значительное проникновение сейсмофокальной зоны под континент.

Реконструкция тектонических напряжений в коре региона. Для МКА механизмов очагов землетрясений с гипоцентрами в коре Приамурья и Приморья были использованы данные о 57 событиях (Приложение 2, рис. 6.7). Магнитуды используемых событий находятся в диапазоне М=3.3-6.3. Малые магнитуды событий и, как следствие, малые области упругой разгрузки значительно уменьшают возможности их группирования. Распределение известных механизмов очага по площади региона крайне неравномерное, но примерно соответствует уровню сейсмической активности. Так на территории Приморья известен механизм только одного корового события, что делает невозможным подход к анализу тектонических напряжений методом МКА. Наиболее плотно очаги землетрясений с известными механизмами расположены в Янкан-Тукурингра-Джагдинском районе (№ 2), также достаточное для группирования количество событий в Турано-Буреинском районе (№ 4), однако сильные различия в полученных решениях накладывают ограничения на возможность построения однородных выборок.



Сейсмичность региона Приамурье и Приморье (каталог землетрясений 1865-2015 гг.)

Рис. 6.7. Положение коровых землетрясений с известными механизмами очага региона Приамурье и Приморье. Показаны стереограммы механизмов в проекции на нижнюю полусферу, размер пропорционален магнитуде события. Схема разломной тектоники Приамурья и Приморья построена на основе [Тектоника..., 2004], нумерация разломов приведена согласно гл. 4.



Рис. 6.8. Проекции на горизонтальную плоскость осей главных напряжений σ3 (максимальное девиаторное сжатие) и тип напряженного состояния коры региона Приамурье и Приморье. Центр окружности соответствует точке, для которой составлена выборка, цвет – типу напряженного состояния, размер пропорционален строгости условий составления выборки. Оси главных напряжений построены в направлении погружения, длина отрезка пропорциональна косинусу угла погружения, при угле погружения менее 19 градусов отрезок пересекает узел. На врезке показано распределение количества узлов по типу напряженного состояния. Схема разломной тектоники Приамурья и Приморья построена на основе [Тектоника..., 2004], нумерация разломов приведена согласно гл. 4.



Сейсмичность региона Приамурье и Приморье (каталог землетрясений 1865-2015 гг.)

Рис. 6.9. Проекции на горизонтальную плоскость осей главных напряжений σ1 (минимальное девиаторное сжатие) и коэффициент Лодэ-Надаи. Центр окружности соответствует точке, для которой составлена выборка, цвет – величине коэффициента Лодэ-Надаи μσ, размер пропорционален строгости условий составления выборки. Оси главных напряжений построены в направлении погружения, длина отрезка пропорциональна косинусу угла погружения, при угле погружения менее 19 градусов отрезок пересекает узел. На врезке показано распределение количества узлов по азимуту и углу погружения главных осей. Схема разломной тектоники Приамурья и Приморья построена на основе [Тектоника..., 2004], нумерация разломов приведена согласно гл. 4.

Территория региона была покрыта равномерной сеткой с шагом 0.3° по широте и 0.45° по долготе с равномерной условной глубиной для всех узлов 20 км.

Процесс составления выборок производился четыре раза со смягчением базовых условий: увеличением области осреднения со 100 км для первой итерации до 150 км для второй и 200 км для четвертой; с уменьшений размера минимальной выборки с 6 событий для 1 итерации до 5 событий для второй и 4 событий для 3 и 4 итераций. Для узлов, в которых удалось составить однородную выборку механизмов очага, показаны ориентации главных осей тензора напряжений, указан тип напряженного состояния и вид тензора напряжения (рис. 6.8, 6.9).

Как видно из рисунков, узлы, для которых удалось получить значения напряжений, покрывают значительную территорию, в основном совпадающую с максимумами сейсмической активности (рис. 5.3). Однако наиболее строгие результаты удалось получить только в Верхнем Приамурье (северо-запад региона) и в нескольких узлах на стыке районов № 2 и № 4. Большая часть рассчитанных узлов относится к 4 итерации (самые маленькие окружности). Полученные на этом этапе значения в основном неплохо соотносятся с результатами расчетов при более строгих условиях, а потому, несмотря на слабые начальные условия, тоже могут быть приняты во внимание.

Полученые оценки направления осей региональных напряжений для двух участков северной границы Амурской плиты и Алдано-Станового блока, разделенных зоной сейсмического затишья, примерно совпадают с представлениями, сделанными по единичным механизмам очагов в других работах [Имаев и др., 2003; Ашурков и др., 2011].

В Верхнем Приамурье преобладают условия сдвига и сжатия со сдвигом, т.е. Амурская плита сдвигается относительно Алдано-Станового блока вдоль Южно-Тукурингрского и Северо-Тукурингрского разломов на восток. Вдоль Джелтулакского и западной части Северо-Тукурингрского разломов происходит надвиг с вертикальным сдвигом, причем условия здесь нестабильны, тип напряженного состояния среды значительно изменяется, что отражается на виде тензора напряжений. Восточнее зоны затишья хр. Джагды расположена область сжатия (укорочения) земной коры, ось сжатия здесь направлена на ССВ. Далее вдоль Монголо-Охотской системы разломов у Охотоморского побережья направление сжатия коры меняется на северное. Здесь, как и в названных выше работах, вдоль северной границы получен постепенный разворот оси сжатия с ЮЗ-СВ направления на Ю-С. При этом до зоны затишья в районе хребта Джагды на Монголо-Охотской системе разломов преобладают условия для сдвиговых деформаций, а после него – условия для деформаций сжатия, что может быть объяснено, например, вращением Алдано-Станового блока независимо от Амурской плиты.

Несколько иначе обстоит дело вдоль разломной зоны Танлу. Сейсмичность здесь диффузна, максимум сейсмической активности не привязан к какому-то одному разлому используемой схемы [Тектоника..., 2004]. Механизмы очага также распределены по площади всего Турано-Буреинского района. Это позволило выявить неоднородности в поле тектонических напряжений как по типу напряженного состояния - выявлены чередующиеся зоны горизонтального сжатия и растяжения, так и по направлению основных осей – к востоку от полосы максимальной сейсмической активности напряжение сжатия довольно резко меняет направление на юго-восток и восток. Возможно, на этом участке земной коры Приамурья начинает проявляться влияние океанической субдукции на северную часть Японо-Корейского блока. Еще восточнее в двух узлах, расположенных в Татарском проливе, направление сжатия примерно совпадает с направлением оси горизонтального сжатия в районе контакта океанической плиты с Японской островной дугой [Rebetsky, Polets, 2014].

В работе [Ashurkov et al., 2016] для территории Амурской плиты и ее окраин представлены карты поля скоростей деформации и дилатации, а также количественно оценены скорости максимальных сдвиговых деформаций и направление их осей по данным GPS измерений. Таким образом, есть возможность сравнить полученные по сейсмологическим данным направления тектонических напряжений со скоростями деформаций по данным GPS наблюдений и тип напряженного состояния в коре региона со знаком скорости дилатации.

Интересно, что в районе очаговой зоны Сковородинского землетрясения 2011 г. (*M*=6.2) в работе [Ashurkov et al., 2016] получена область компрессии к северу от Южно-Тукурингрского разлома и дилатации к югу; в представленном нами варианте сжимающие условия к северу действительно наблюдаются, но южнее растягивающих напряжений нет. Вероятно, это можно объяснить интервалом осреднения: около 50 лет в рассматриваемом случае и только 2–3 года непосредственно после сильнейшего в данном районе события в упомянутой работе. Также следует отметить, что очаг этого события расположен в области неустойчивого типа напряженного состояний коры, т.е. полученная нестабильность может являться следствием подготовки произошедшего в 2011 г. сильного землетрясения. В остальном направление скоростей деформации хорошо согласуются с направлениями полученных осей сжимающего напряжения, учитывая даже некоторый поворот направления к востоку в восточной части данного участка.

Территория самой восточной части Монголо-Охотской разломной зоны, к сожалению, в используемой для сопоставления работе не приводится ввиду отсутствия там GPS-измерений. Однако можно сравнить две наиболее южных группы узлов в районе Малого Хингана, в восточном из которых условия растяжения совпадают с локальным участком дилатации земной коры, а в западном условия сжатия/взреза попадают на участок компрессии. Направления осей растяжения и сжатия соответственно также хорошо сопоставляются с направлением осей деформации (рис. 2 в [Ashurkov et al., 2016]).

Таким образом, полученная по сейсмологическим данным реконструкция поля тектонических напряжений подтверждает данные расчетов на основе GPS-измерений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе представлена информация о землетрясениях на территории региона Приамурье и Приморье. Дан каталог основных параметров землетрясений, а также сведения, которые могут помочь в интерпретации данных каталога: о состоянии сети сейсмологических наблюдений в различные периоды времени, о ее регистрационных возможностях и оценке представительности полученного на основе этих наблюдений каталога. Авторы постарались сделать каталоги эпицентров землетрясений и механизмов очагов землетрясений наиболее полными и удобным для дальнейшего использования специалистами, представив их как в печатном, так и в электронном виде.

В работе была использована единственная схема разломной тектоники региона по данным монографии [Тектоника..., 2004], хотя, несомненно, возможны и другие варианты интерпертации тектонического и геоморфологического строения региона, в том числе использованные в работах, на которые мы ссылались в соответствующих разделах. Для описания распределения сейсмогенных зон территории региона была использована схема, предложенная Л.С. Оскорбиным в работе [Оскорбин, 1997]. Поскольку нигде, кроме этого сборника трудов, данная схема в таком виде не публиковалась, нам показалось уместным привести ее здесь. Существует также более формализованный вид карты сейсмогенных зон с границами в виде прямых линий [Оскорбин, Бобков, 1997б], наиболее удобной для численного анализа сейсмичности.

Все землетрясения каталога совершенно отчетливо разделяются по глубине на коровые (глубиной до 50 км) и мантийные (100 км и более). Поскольку по своей природе они относятся к различным структурам и процессам, не имеет смысл рассматривать их совместно.

Глубокофокусные землетрясения рассматриваемой территории относятся к сейсмофокальным зонам на границе Тихий океан – континент, продолжающимся в направлении Приморья: юго-западному флангу Курило-Камчатской сейсмофокальной зоны и северо-западному Идзу-Бонинской сейсмофокальной зоны. Магнитуда происходящих здесь землетрясений значительно превосходит коровые, но из-за большой глубины макросейсмическое воздействие на поверхность невелико. Зарегистрированный макросейсмический эффект от наиболее сильно проявившегося события 8 апреля 1999 г. не превысил 4 баллов. Полученные при анализе механизмов очагов землетрясений данные показывают, что погружающееся в мантию вещество находится в условиях сжатия, направление оси которого в основном совпадает с направлением погружения либо образует с ним острый угол (ближе к горизонту). В то же время, на значительных участках (кроме самых глубоких) действует близкое к горизонту растягивающее напряжение ортогонально оси погружения.

Распределение коровой сейсмичности по территории региона (рис 5.3, 5.6, 5.8) неравномерно. Наибольшее число землетрясений, в том числе самых сильных, тяготеют к трем сейсмическим поясам: Становому, в зоне влияния восточного фланга одноименного разлома; Янкан-Тукурингра-Соктаханскому на восточном фланге Монголо-Охотского линеамента; Турано-Селемджинскому, протягивающемуся от Малого Хингана на север. Впрочем, весь обширный Турано-Буреинский район довольно сейсмически активен и, возможно, после реализации нескольких сильных землетрясений, максимумы сейсмической активности в его восточной части также сложатся в продолжение сейсмического пояса вдоль диагональных разломов системы Танлу.

Наименее сейсмически активными районами являются Зейско-Селемджинский, за исключением северной его части; центральная часть Сихотэ-Алинского района – сильные землетрясения здесь тяготеют к периферии. Сейсмичность Центрального Сихотэ-Алинского разлома проявляется довольно слабо. Продолжается сейсмическое затишье в районе хр. Джагды. Сейсмичность южного Приморья, наиболее населенной части региона, можно охарактеризовать как слабую, наиболее сильные землетрясения происходили здесь в 1962–1967 годах. Однако даже относительно слабые события вызывали здесь значительный макросейсмический эффект.

Временной ход сейсмического процесса в регионе в целом достаточно равномерный на протяжении, по крайней мере, последних 45 лет (рис. 5.5), самые заметные кратковременные активизации происходили в 1986, 1990 и 2011 годах.

Реально зарегистрированные в населенных пунктах региона макросейсмические проявления не превышали 7–8 баллов по шкале МСК-64. Чаще всего землетрясения со значительным макросейсмическим эффектом происходят в Верхнем Приамурье – наиболее сейсмически активном районе и в Южном Приморье – наиболее густонаселенном районе.

С тектонической позиции Приамурье и Приморье расположено на Амурской литосферной плите. В работе получены оценки направления осей региональных напряжений для двух участков северной границы Амурской плиты и Алдано-Станового блока (рис 6.8, 6.9), разделенных зоной сейсмического затишья. В Верхнем Приамурье преобладают условия сдвига и сжатия со сдвигом, т.е. Амурская плита сдвигается относительно Алдано-Станового блока вдоль ЮжноТукурингрского и Северо-Тукурингрского разломов на восток, вдоль Джелтулакского и западной части Северо-Тукурингрского разломов происходит надвиг со сдвигом. Восточнее зоны затишья хр. Джагды расположена область сжатия (укорочения) земной коры, ось сжатия здесь направлена на ССВ. Далее вдоль Монголо-Охотской системы разломов у Охотоморского побережья направление сжатия коры меняется на северное. Несколько иначе обстоит дело вдоль разломной зоны Танлу. Сейсмичность здесь диффузна, максимумы сейсмической активности не привязаны к какому-то одному разлому используемой схемы [Тектоника..., 2004].

Анализ механизмов очагов землетрясений Турано-Буреинского района позволил выявить неоднородности в поле тектонических напряжений как по типу напряженного состояния – выявлено чередование зон растяжения и сжатия, так и по направлению основных осей – к востоку от полосы максимальной сейсмической активности напряжение сжатия довольно резко меняет направление на юг, юго-восток и восток.

Для изучения столь обширного и сложного региона необходимо большее число инструментальных данных, их получение в обозримый срок невозможно без развития сети сейсмологических наблюдений и качественного изменения применяемых к составлению каталогов методов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ

- Аптекман Ж.Я., Желанкина Т.С., Писаренко В.Ф. и др. Массовое определение механизмов очагов землетрясений на ЭВМ // Вычислительная сейсмология. Вып. 12: Теория и анализ сейсмических наблюдений. М.: Наука, 1979. С. 45–58.
- Аргентов В.В., Гнибиденко Г.С., Попов А.А., Потапьев С.В. Глубинное строение Приморья (по данным ГСЗ). М.: Наука, 1976. 90 с.
- Ашурков С.В., Саньков В.А., Мирошниченко А.И., Лухнев А.В., Сорокин А.П., Серов М.А., Бызов Л.М. Кинематика Амурской плиты по данным GPS-геодезии // Геология и геофизика. 2011. Т. 52 (2). С. 299–311.
- Балакина Л.М. Цунами и механизм очага землетрясений северо-западной части Тихого океана // Труды СахКНИИ. Вып. 29: Волны цунами. Южно-Сахалинск, 1972. С. 48–72.
- Бобков А.О. Автоматизированный комплекс для обработки землетрясений с гипоцентрами в земной коре // Сейсмологические наблюдения на Дальнем Востоке СССР. М., 1989. С. 55–66.
- Бормотов В.А., Войтенок Л.А. Закономерности миграций землетрясений Приамурья // Тихоокеан. геология. 1998. Т. 17, № 2. С. 51–60.
- Бельтенев Е.Б. Разрывная тектоника восточного сектора региона БАМ и ее влияние на размещение оруденения // Разломы и эндогенное оруденение Байкало-Амурского региона. М., 1982. С. 73–88.
- Бурде А.И., Неволин Л.А., Соловьев В.О. Даубихинский разлом // Советская геология. 1963. № 5. С. 129–132.
- Быкова В.В., Татевосян Р.Э., Николаев Л.Д. и др. Сковородинское землетрясение 2011 г. // Физика Земли. 2015. № 1. С. 112–127
- Видовский К.И., Козьмин Б.М., Николаев В.В. и др. Огоронское землетрясение 16 августа 1977 г. // Землетрясения в СССР в 1977 году. М.: Наука, 1981. С. 88–91.
- Волкова Л.Ф., Поплавская Л.Н., Соловьева О.Н. Шкалы MPVA, MSHA для определения магнитуд близких глубокофокусных землетрясений Дальнего Востока // Сейсмологические наблюдения на Дальнем Востоке СССР. Методические работы ЕССН. М.: Наука, 1989. С. 81–85.
- Воскресенский С.С., Леонтьев О.К., Спиридонов О.И. и др. Геоморфологическое районирование СССР и прилегающих морей. М.: Высш. школа, 1980. 343 с.

- Гатинский Ю.Г., Рундквист Д.В. Геодинамика Евразии – тектоника плит и тектоника блоков // Геотектоника. 2004. № 1. С. 3–20.
- Голенецкий С.И. Землетрясения Прибайкалья // Землетрясения СССР в 1976 году. М.: Наука, 1980. С. 46–57.
- Гутенберг Б., Рихтер К.Ф. Магнитуда, интенсивность, энергия и ускорение как параметры землетрясений (II) // Слабые землетрясения. М.: ИЛ, 1961. С. 72–119.
- Даммер А.Э. Дальневосточная зона сейсмичности // Вопросы географии Дальнего Востока. Сб. 9. Хабаровск, 1971. С. 104–114.
- Диденко А.Н., Зазаров В.С., Гильманова Г.З. и др. Формализованный анализ коровой сейсмичности Сихотэ-Алинского орогена и прилегающих территорий // Тихоокеан. геология. 2017. Т. 36, № 2. С. 58–69.
- Долгих Г.И., Долгих С.Г., Чебров В.Н., Шевченко Ю.В. Геофизический полигон «Мыс Шульца» // Вестник ДВО РАН. 2010. № 5. С. 165–169.
- Зоненшайн Л.П., Савостин Л.А., Мишарина Л.А., Солоненко Н.В. Геодинамика Байкальской рифтовой зоны и тектоника плит внутренней Азии // Геолого-геофизические и подводные исследования озера Байкал. М.: ИО АН СССР, 1979. С. 157–211.
- **Иванов Б.А.** Центральный Сихотэ-Алинский разлом. Владивосток: Дальневост. кн. изд-во, 1972. 423 с.
- Ивашинников Ю.К. О палеографическом значении Хорольско-Гайворонского хребта в прогнозе минеральных ресурсов Ханканской впадины / Тез. V совещ. географов Сибири и Дальнего Востока. Вып. 1, ч. 1. 1973.
- Имаев В.С., Имаева Л.П., Козьмин Б.М., Николаев В.В., Семенов Р.М. Буферные сейсмогенные структуры между Евразийской и Амурской литосферными плитами на юге Сибири // Тихоокеан. геология. 2003. Т. 22, № 6. С. 55–61.
- Имаева Л.П., Имаев В.С., Козьмин Б.М. Сейсмогеодинамика Алдано-Станового блока // Тихоокеан. геология. 2012. Т. 31, № 1. С. 5–17.
- Ким Чун Ун, Андреева М.Ю. Каталог землетрясений Курило-Камчатского региона (1737–2005 гг.). Препринт. Южно-Сахалинск: ИМГиГ ДВО РАН, 2009. 126 с.
- Караулов В.Б., Ставцев А.Л. О главных системах разломов материковой части Дальнего Востока // Геотектоника. 1975. № 4. С. 71–81.

- Коваленко Н.С., Фокина Т.А., Сафонов Д.А. Приамурье и Приморье // Землетрясения Северной Евразии, 2004 год. Обнинск: ГС РАН, 2010. С. 164–172.
- Коваленко Н.С., Фокина Т.А., Сафонов Д.А. Приамурье и Приморье // Землетрясения Северной Евразии, 2007 год. Обнинск: ГС РАН, 2013. С. 170–181.
- Коваленко Н.С., Фокина Т.А., Сафонов Д.А. Приморье и Приамурье // Землетрясения Северной Евразии, 2008 год. Обнинск: ГС РАН, 2015. С. 200–203.
- Козьмин Б.М., Емельянов Н.П., Емельянова Э.А. и др. Сильные землетрясения Якутии // Землетрясения СССР в 1971 г. М.: Наука, 1975. С. 133–141.
- Козьмин Б.М., Андреев Т.А., Дарешкина Н.М., Югова Р.С. Землетрясения Якутии и Северо-Востока // Землетрясения СССР в 1972 г. М.: Наука, 1976. С. 119–313.
- Кондорская Н.В., Горбунова И.В., Киреев И.А., Вандышева Н.В. О составлении унифицированного каталога сильных землетрясений Северной Евразии по инструментальным данным (1901–1990 гг.) // Сейсмичность и сейсмическое районирование Северной Евразии. М.: ИФЗ РАН, 1993. Вып. 1. С. 76.
- Кондорская Н.В., Соловьев С.Л. Общее состояние вопроса определения магнитуды и энергетической классификации землетрясений в практике сейсмологических наблюдений // Магнитуда и энергетическая классификация землетрясений. М., 1974. № 1. С. 13–42.
- Кондорская Н.В., Федорова И.В. Сейсмические станции «Единой системы сейсмологических наблюдений СССР». М.: ОИФЗ РАН, 1996. 36 с.
- Коновалов А.В., Нагорных Т.В., Сафонов Д.А. Современные исследования механизмов очагов землетрясений о. Сахалин / отв. ред. А.И. Кожурин. Владивосток: Дальнаука, 2014. 252 с.
- Красный Л.И. Геология региона Байкало-Амурской магистрали. М.: Изд-во АН СССР, 1963. 464 с.
- **Леонов Н.Н., Берсенев И.И., Гришкян Р.И. и др.** Сейсмическое районирование Приморья и Приамурья // Сейсмическое районирование Курильских островов, Приморья и Приамурья. Владивосток: ДВНЦ АН СССР. 1977. С 143–156.
- Малышев Ю.Ф., Подгорный В.Я., Шевченко Б.Ф., Романовский Н.П., Каплун В.Б., Горнов П.Ю. Глубинное строение структур ограничения Амурской литосферной плиты // Тихоокеан. геология. 2007. Т. 26, № 2. С. 3–17.
- Мирошников Л.Д. О сейсмичности Приморья // Изв. Всесоюз. Геогр. о-ва. 1974. № 6. С. 471–476.
- Мушкетов И.В., Орлов А.П. Каталог землетрясений Российской империи // Зап. Рус. геогр. об-ва. Т. 26. СПб., 1893. 582 с.
- Нагорных Т.В., Поплавская Л.М. Методические основы и результаты построения карт представительности землетрясений Сахалина, Приморья и Приамурья с гипоцентрами в земной коре Приморья // Проблемы сейсмичности Дальнего Востока и Восточной Сибири: Докл. международ. науч. симпоз., Южно-Сахалинск, 24–28 сентября 2002 г. Т. 2. Южно-Сахалинск: Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН, 2003. С. 156–173.
- Николаев В.В., Семенов Р.М., Солоненко В.П. Сейсмогеология Монголо-Охотского линеамента (восточный фланг). Новосибирск: Наука, 1979. 113 с.

- Николаев В.В., Семенов Р.М., Солоненко В.П. Сейсмотектоника, вулканы и сейсмическое районирование хребта Станового. Новосибирск: Наука, Сиб. отдние, 1982. 220 с.
- Николаев В.В., Семенов Р.М., Оскорбин Л.С., Карсаков Л.П., Малышев Ю.Ф., Онухов Ф.С., Ставров В.Н. Сейсмотектоника и сейсмическое районирование Приамурья. Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1989. 128 с.
- Николаев В.В., Семенов Р.М., Козьмин Б.М., Имаев В.С. Сильное землетрясение на юге Якутии 20 (21).04.1989 г. // Тихоокеан. геология. 1996. Т. 15, № 1. С. 120–128.
- Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР с древнейших времен до 1975 г. / Под ред. Н.В. Кондорской, Н.В. Шебалина. М.: Наука, 1977. 535 с.
- Овсюченко А.Н., Мараханов А.В., Вакарчук Р.Н., Ларьков А.С., Новиков С.С., Рогожин Е.А. Геологические и макросейсмические проявления землетрясения 16 октября 2011 г. в Сковородинском районе Амурской области // Вопросы инженерной сейсмологии. 2012. Т. 39, № 4. С 5–18.
- Олейников А.В., Олейников Н.А. Палеосейсмология. Владивосток: Дальнаука. 2009. 164 с.
- Органов М.Г. Новые данные о сейсмичности Приморского края. В помощь производству (Дальневосточ. политехнич. ин-т). № 2. Владивосток, 1962а. С. 117–118.
- Органов М.Г. Сейсмческое микрорайонирование территории города Находки // Тез. докл. на сессии учен. сов. Дальневост. науч.-исслед. ин-та по строит. по итогам науч. исслед. 1961 г. Владивосток, 19626. С. 6–8.
- Органова Н.М., Кручинина Л.М. Геолого геофизические условия сейсмичности в юго-западной части Приморья // Сов. геология. 1978. № 12. С. 122–124.
- Органова Н.М. О прогнозе сейсмичности Приморья // Климоморфогенез и региональный географический прогноз ДВНЦ АН СССР. Владивосток, 1980. С. 151–168.
- Оскорбин, Л.С., Волкова Л.Ф., Савосько В.Н. Баджальское землетрясение 29 августа 1970 г. // Вопросы сейсмичности Сибири. Часть II: Сейсмичность, сейсмогеология, сейсмический режим, механизмов очагов землетрясений. Новосибирск, 1972. С. 38–42.
- Оскорбин Л.С., Поплавская Л.Н. Ванинские землетрясения сентября – октября 1968 г. // Землетрясения в СССР в 1968 году. М.: Наука, 1972. С. 184–186.
- Оскорбин Л.С., Волкова Л.Ф., Савосько В.Н. Баджальское землетрясение 29 августа 1970 г. // Землетрясения в СССР в 1970 году. М.: Наука, 1973. С. 200–203.
- Оскорбин Л.С., Волкова Л.Ф., Хантаев А.М. Землетрясения Сахалина // Землетрясения в СССР в 1973 году. М.: Наука, 1976. С. 153–161.
- Оскорбин Л.С. Сейсмичность Приморья // Сейсмическое районирование Курильских островов, Приморья и Приамурья. Владивосток, 1977. С. 128–142.
- Оскорбин Л.С., Козьмин Б.М., Семенов Р.М., Николаев В.В.. Землетрясения Приамурья и Приморья // Землетрясения в СССР в 1980 году. М.: Наука, 1983. С. 70–76.

- Оскорбин Л.С., Соловьева О.Н. Номограмма для оперативного определения магнитуды близких землетрясений по объемным волнам, записанным сейсмографами с механической регистрацией // Теория и оперативный прогноз цунами. М.: Наука, 1980. С. 107–111.
- Оскорбин Л.С., Шолохова А.А., Рудик М.И. Землетрясения Приамурья и Приморья // Землетрясения в СССР в 1983 году. М.: Наука, 1986. С. 75–79.
- Оскорбин Л.С. Районирование Юга Дальнего Востока по сейсмогенным зонам // Проблемы сейсмической опасности Дальневосточного региона. Южно-Сахалинск: Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН, 1997. С. 111–153. (Геодинамика тектоносферы зоны сочленения Тихого океана с Евразией. Том VI).
- Оскорбин Л.С., Бобков А.О. Макросейсмические проявления землетрясений на территории южно части Дальнего Востока // Проблемы сейсмической опасности Дальневосточного региона. Южно-Сахалинск: Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН, 1997а. С. 45–74. (Геодинамика тектоносферы зоны сочленения Тихого океана с Евразией. Том VI).
- Оскорбин Л.С., Бобков А.О. Сейсмический режим сейсмогенных зон юга Дальнего Востока // Проблемы сейсмической опасности Дальневосточного региона. Южно-Сахалинск: Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН, 1997б. С. 179–197. (Геодинамика тектоносферы зоны сочленения Тихого океана с Евразией. Том VI).
- Парфенов Л.М., Козьмин Б.М., Имаев В.С. и др. Геодинамика Олекмо-Становой сейсмической зоны. Якутск: ЯФ СО АН СССР, 1985. 136 с.
- Парфенов Л.М., Козьмин Б.М., Гриненко О.В. и др. Сейсмичность и геодинамика Восточной Сибири // Современная тектоническая активность Земли и сейсмичность. М.: Наука, 1987. С. 108–129.
- Парфенов Л.М., Берзин Н.А., Ханчук А.И., Бадарч Г., Беличенко В.Г., Булгатов А.Н., Дриль С.И., Кириллова Г.Л., Кузьмин М.И., Ноклеберг У., Прокопьев А.В., Тимофеев В.Ф., Томуртогоо О., Янь Х. Модель формирования орогенных поясов Центральной и Северо-Восточной Азии // Тихоокеан. геология. 2003. Т. 22, № 6. С. 7–41.
- **Поплавская Л.Н., Оскорбин Л.С., Волкова Л.Ф., Бойчук А.Н.** Землетрясения Дальнего Востока // Землетрясения в СССР в 1967 году. М.: Наука, 1970. С. 150–188.
- Поплавская Л.Н., Бобков А.О., Кузнецова В.Н. и др. Принципы формирования и состав алгоритмического обеспечения регионального центра обработки сейсмологических наблюдений (на примере Дальнего Востока) // Сейсмологические наблюдения на Дальнем Востоке СССР. М., 1989. С. 32–51.
- Поплавская Л.Н., Шолохова А.А., Рудик Н.А. и др. Приморское землетрясение 13 ноября 1990 г. // Землетрясения в СССР в 1990 году. М.: Наука, 1996. С. 75–79.
- Поплавская Л.Н., Нагорных Т.В., Рудик М.И. Методика и первые результаты массовых определений механизмов очагов коровых землетрясений Дальнего Востока // Землетрясения Северной Евразии в 1995 году. М.: ГС РАН, 2001. С. 95–99.

- Попов В.В. Каталог землетрясений на территории СССР (с 1908 по 1936 г. включительно). Вып. II: Сибирь / отв. ред. П.М. Никифоров. Труды сеймол. ин-та АН СССР. 1939. № 89. 38 с.
- Раутиан Т.Г. Об определении энергии землетрясений на расстоянии до 3000 км // Экспериментальная сейсмика. М.: Наука, 1964. С.88–93. (Труды ИФЗ АН СССР. №32(199))
- Ребецкий Ю.Л. Методы реконструкции тектонических напряжений и сейсмотектонических деформаций на основе современной теории пластичности // Докл. АН. 1999. т. 365, № 3. С. 392–395.
- Ребецкий Ю.Л. Развитие метода катакластического анализа сколов для оценки величин тектонических напряжений // Докл. АН. 2003. Т. 388, № 2. С. 237–241.
- Ризниченко Ю.В. Метод суммирования землетрясений для изучения сейсмической активности // Изв. АН СССР. Сер. геофиз. 1964. № 7. С. 969–977.
- Салун С.А. Тектоника и история развития Сихотэ-Алинской геосинклинальной складчатой системы. М.: Недра, 1978. 183 с.
- Степашко А.А. Глубинные основы сейсмотектоники Дальнего Востока: Приамурская и Приморская зоны // Тихоокеан. геология. 2011. Т. 30, №1. С. 3–15.
- Сейсмическое районирование территории СССР. Методические основы и региональное описание карты 1978 г. / отв. ред. В.И. Бунэ, Г.П. Горшков. М.: Наука, 1980. 308 с.
- Семенов Р.М., Авдеев В.А. Зейское землетрясение 2 ноября 1973 г. // Результаты научных исследований Института земной коры в 1973 г. Иркутск, 1974. С. 108–111.
- Семенов Р.М., Николаев В.В. О связи сейсмичности с неотектоникой Тукурингра-Джагдинского поднятия // Геология и геофизика. 1977. № 4. С. 68–76.
- Семенов Р.М., Николаев В.В. К прогнозу сейсмичности в восточной части Монголо-Охотского сейсмического пояса // Докл. АН. 1991. Т. 320, № 2. С. 417–420.
- Семенов Р.М. Причины сейсмического молчания хребта Джагды (Дальний Восток) и его потенциальная сейсмическая опасность // Докл. АН. 1993. Т. 333, № 5. С. 648–649.
- Солоненко В.П., Николаев В.В., Семенов Р.М., Демьянович М.Г., Курушин Р.А., Хромовских В.С., Чипизубов А.В. Геология и сейсмичность зоны БАМ. Сейсмогеология и сейсмическое районирование. 1985. 192 с.
- Спирин А.И., Левин Ю.Н. Сейсмическая станция «Южно-Сахалинск». 60 лет отечественным инструментальным сейсмологическим наблюдениям на Сахалине. Южно-Сахалинск–Обнинск: ГС РАН, 2008. 32 с.
- Старовойт О.Е., Мишаткин В.Н. Сейсмические станции Российской Академии наук (состояние на 2001 г.). Москва-Обнинск, 2001. 86 с.
- Тараканов Р.З., Ким Чун Ун, Сухомлинова Р.И. Строение Курильской фокальной зоны // Сейсмическое районирование Курильских островов, Приморья и Приамурья. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1977. С. 6–16.

- Тектоника, глубинное строение и минерагения Приамурья и сопредельных территорий / отв. ред. Г.А. Шатков, А.С. Вольский. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2004. 190 с.
- Тектоническая карта Дальнего Востока и сопредельных регионов (на формационной основе) / гл. ред.: Ю.А. Косыгин, Л.М. Парфенов. 1:2000000. М.: АН СССР, Мингео СССР, 1978.
- Токарева Т.А. Анализ достоверности решения задачи об эпицентре с помощью автоматизированного комплекса (АК) «САХАЛИН» // Актуальные вопросы геологии, геофизики и биологии: Материалы XII конференции молодых ученых ИМГиГ ДВО РАН. Южно-Сахалинск, 1991. С. 77–92.
- Уланов А.С. К материалам по сейсмологии Дальнего Востока // Известия Дальневосточного Геофизического Института. Вып. II (IX). Владивосток, 1932. С. 147–163.
- Уломов В.И., Шумилина Л.С. Комплект карт общего сейсмического районирования территории Российской Федерации – ОСР-97. Масштаб 1:8 000 000. Объяснительная записка и список городов и населенных пунктов, расположенных в сейсмоопасных районах. М.: Изд-во ОИФЗ РАН, 1999. 57 с.
- Урбан Н.А., Поплавская Л.Н., Токарева Т.А. и др. Землетрясения Сахалина // Землетрясения в СССР в 1990 году. М.: Наука, 1996. С. 79–87.
- Уфимцев Г.Ф. Тектонический анализ рельефа (на примере востока СССР). Новосибирск: Наука, 1984. 182 с.
- Фокина Т.А., Коваленко Н.С., Паршина И.А., Рудик М.И., Сафонов Д.А. Приморье и Приамурье // Землетрясения Северной Евразии в 1999 г. Обнинск: ФОП, 2005. С. 140–147.
- Фокина Т.А., Коваленко Н.С., Рудик М.И., Сафонов Д.А. Приморье и Приамурье // Землетрясения Северной Евразии в 2002 году. Обнинск: ГС РАН, 2008. С. 196–199.
- Фокина Т.А., Коваленко Н.С., Рудик М.И., Сафонов Д.А. Приамурье и Приморье // Землетрясения Северной Евразии в 2003 году. Обнинск: ГС РАН, 2009. С. 159–165.
- Ханчук А.И., Коновалов А.В., Сорокин А.А. и др. Инструментальное и информационно-технологическое обеспечение сейсмологических наблюдений на Дальнем Востоке России // Вестник ДВО РАН. 2011. № 3. С. 127–137.
- Ханчук А.И., Сафонов Д.А., Радзиминович Я.Б. и др. Сильнейшее современное землетрясение в верхнем Приамурье 14 октября 2011 года: Первые результаты комплексного исследования // Докл. АН. 2012. Т. 445, № 3. С. 338–341.
- Харахинов В.В., Гальцев-Безюк С.Д., Терещенков А.А. Разломы Сахалина // Тихоокеан. геология. 1984. № 2. С. 77–86.
- **Чермных Г.П.** Землетрясение в Приморском крае 15 августа 1967 г. // Землетрясения в СССР в 1968 году. М.: Наука, 1972. С. 186–188.
- Шерман С.И., Леви К.Г., Ружич В.В., Саньков В.А., Днепровский Ю.И., Рассказов С.В. Геология и сейсмичность зоны БАМ. Неотектоника. Новосибирск: Наука, 1984. 207 с.

- Шестаков Н.В., Сафонов Д.А., Коваленко Н.С., Касаткин С.А., Краснопеев С.М., Герасименко М.Д., Meng Guojie. Результаты исследования Приморского землетрясения 12 апреля 2014 года, М = 4.5 (Дальний Восток России) // Тихоокеан. геология. 2018. Т. 37, № 1. С. 51–60.
- Шолохова А.А., Оскорбин Л.С., Рудик М.И. Землетрясения Приамурья и Приморья // Землетрясения в СССР в 1986 г. М.: Наука, 1989. С. 122–125.
- Шолохова А.А., Оскорбин Л.С., Рудик М.И. и др. Землетрясения Приамурья и Приморья // Землетрясения в СССР в 1987 году. М.: Наука, 1990. С. 86–89.
- Шолохова А.А., Оскорбин Л.С., Рудик М.И. Землетрясения Приамурья и Приморья // Землетрясения в СССР в 1988 г. М.: Наука, 1991. С. 127–129.
- Ashurkov S.V., San'kov V.A., Serov M.A. Luk'yanov P.Y., Grib N.N., Bordonskii G.S. & Dembelov M.G. Evaluation of present-day deformations in the Amurian Plate and its surroundings, based on GPS data // Rus. Geol. Geophys. 2016. Vol. 57(11). P. 1626–1634.
- DeMets C., Gordon R.G., Argus D.F. Geologically current plate motions // Geophys. J. Int. 2010. Vol. 181. P. 1–80.
- Benioff H. Earthquakes and rock creep // Bull. Seismol. Soc. Amer. 1951. Vol. 41, № 1. P. 31–62.
- Bird P. An updated digital model of plate boundaries // Geochem. Geophys. Geosyst. 2003. Vol. 4. 1027. doi:10.1029/2001GC000252, 3.
- Fukao Y., Widiyantoro S., Obayashi M. Stagnant slabs in the upper and lower mantle transition region // Rev. Geophys. 2001. Vol. 39, № 3. C. 291–323.
- Huang J., Zhao D. High-resolution mantle tomography of China and surrounding regions // J. Geophys. Res.: Solid Earth. 2006. Vol. 111. B09305.
- Mackey K.G., Fujita K., Gounbina L.V., Koz'min B.M., Imaev V.S., Imaeva L.P., Sedov B.M. Explosion contamination of the Northeast Siberian seismicity catalog: implication for natural earthquake distributions and location of the Tanlu Fault in Russian // Bull. Seismol. Soc. Amer. 2003. Vol. 93, № 2. P. 737–746.
- Petit C., Fournier M. Present-day velocity and stress fields of the Amurian plate from thin-shell fi niteelement modeling // Geophys. J. Int. 2005. Vol. 160. P. 357–369.
- Rebetsky Yu.L., Polets A.Yu. The state of stresses of the lithosphere in Japan before the catastrophic Tohoku earthquake of 11 March 2011 // Geodynamics & Tectonophysics. 2014. Vol. 5 (2). P. 469–506.
- Wei D., Seno T. Determination of the Amurian plate motion // Mantle Dynamics and Plate Interactions in East Asia. Geodyn. Series. 1998. Vol. 27. P. 337–346.
- Zhao D., Hasegawa A. P wave tomographic imaging of the crust and upper mantle beneath the Japan Islands // J. Geophys. Res.: Solid Earth. 1993. Vol. 98. № B3. P. 4333–4353.
- Zhao D., Hasegawa A., Kanamori H. Deep structure of Japan subduction zone as derived from local, regional, and teleseismic events // J. Geophys. Res.: Solid Earth. 1994. Vol. 98, № B11. P. 22313–22329.
- Zonenshain L.P., Savostin L.A. Geodynamics of the Baikal rift zone and plate tectonics of Asia // Tectonophysics. 1981. Vol. 76. P. 1–45.

Приложение

N⁰	Дата					Эпиц	ентр	h			
п/п	Г	М	Д	Ч	мин	с	φ°,N	λ°,E	КМ	M/MLH	Кр
1	1865	6	27	17	20		53.20	139.00	10-40	4.4	11.9
2	1867	6	24	5	12		43.40	133.30	3–30	3.7	10.7
3	1883	8	3				48.30	134.80	5-20	3.7	10.7
4	1884	1	2	4	51		53.20	139.00	10-40	4.4	11.9
5	1888	8	23				50.00	134.00	15-20	5.5	13.9
6	1888	10	4	6	15		47.80	131.10	5-20	5.0	13.0
7	1889	2	18				54.30	127.70	7–30	4.2	11.6
8	1895	7	14	6	59		51.70	140.50	5-50	4.2	11.6
9	1902	7	3	15	36	45	43.20	129.60	10-40	6.6	15.9
10	1904	5	25	19	26		50.20	137.00	7–30	4.7	12.5
11	1905	8	25	9	46	45	43.00	129.00	470	6.8	
12	1907	10	3	12	9		48.70	132.20	11–44	5.2	13.4
13	1911	8	6	14	39	10	53.50	127.10	5–20	5.0	13.0
14	1911	9	6	12	54	12	47.50	134.80	5-20	3.4	10.1
15	1912	9	10	20	20		54.20	121.70	7–30	4.1	11.4
16	1913	1	19	17	40		53.40	121.60	7–30	4.1	11.4
17	1913	8	26				53.80	121.20	7–30	4.1	11.4
18	1914	12	23	6	7		52.50	139.80	12-50	6.0	14.8
19	1917	7	31	3	23	10	42.50	131.00	460	7.5	
20	1918	1	30	21	18	30	48.20	131.20	5-20	5.0	13.0
21	1918	1	30	21	19	50	47.80	131.50	5–20	5.0	13.0
22	1918	1	30	21	18	37	45.40	136.50	350	7.7	
23	1918	2	9	20	46	26	43.00	130.00	450	6.6	
24	1918	4	10	2	3	53	43.50	130.90	550	7.2	
25	1918	6	8	0	0		47.90	130.90	15	4.7	12.5
26	1919	2	14	23	9	20	47.50	129.00	15	4.7	12.5
27	1920	5	6	9	40	30	44.00	131.00	520	5.9	
28	1921	5	4	4	53	30	45.00	135.00	300	5.3	
29	1923	1	27	2			52.30	129.60	5-50	4.0	11.2
30	1923	10	15	0	0		48.50	122.50	15	5.0	13.0
31	1924	2	24	16	46	3	44.20	138.20	320	5.4	
32	1924	3	11	14	40	36	51.20	139.70	10-40	5.6	14.1
33	1924	3	13	10	32	30	44.00	138.00	360	5.0	
34	1924	11	25	17	27	30	53.40	141.30	7–30	5.3	13.5
35	1926	10	19	14	5		43.60	135.60	114	5.5	13.9
36	1926	10	28	0	0		48.00	122.70	15	5.0	13.0
37	1926	11	8	11	5		48.10	130.00	7–30	3.4	10.1
38	1926	11	19				47.80	131.00	5–20	3.3	9.9
39	1926	11	26				48.30	135.00	5–20	3.3	9.9
40	1926	12	19	9	53		48.00	130.00	5–20	4.0	11.2
41	1927	5	17	21	44	23	42.80	131.00	560	6.2	
42	1927	6	10	18	13	30	47.30	139.80	5-50	5.0	13.0
43	1927	11	18	20	2	50	54.50	122.50	10-40	4.8	12.7

Приложение 1А. Каталог землетрясений региона Приамурье и Приморье 1865–2015 гг. магнитудой М ≥ 3.3.

N⁰	Дата		t ₀			Эпиц	ентр	h			
п/п	Г	М	Д	Ч	МИН	с	φ°,N	λ°,E	КМ	M/MLH	Кр
44	1928	6	7	6	24	41	43.40	132.00	570	6.0	
45	1929	2	1	21	24		53.20	141.00	15	4.4	11.9
46	1929	9	21	8	30		53.10	125.70	10-40	4.4	11.9
47	1931	2	20	5	33	25	44.70	135.50	350	7.3	
48	1931	6	30	4	22	42	48.50	123.50	15	5.2	
49	1931	9	17	19	30		50.10	127.00	50-120	5.5	
50	1932	11	13	4	46	58	43.90	136.50	310	7.3	
51	1933	7	14	16	3	36	43.80	132.50	500	5.5	
52	1933	7	24	8	37	56	42.50	132.00	560	6.5	
53	1933	9	9	5	2	31	45.40	131.50	600	6.4	
54	1933	9	19	4	46	30	43.20	133.00	8	4.5	11.0
55	1934	9	1	6	55	19	45.10	137.00	300	5.5	
56	1934	9	1	15	56		44.00	137.20	400	5.4	
57	1935	3	28	23	47	51	43.50	131.90	560	6.2	
58	1937	1	24	16	12	44	56.00	130.00	16	5.2	13.4
59	1937	4	29	20	18	57	45.70	137.30	380	6.7	
60	1938	7	31	21	54	14	43.00	136.80	360	6.0	
61	1938	10	21	6	46	23	43.00	131.80	560	6.2	
62	1939	1	22	4	41	4	55.00	132.00	20	5.5	13.9
63	1940	7	10	5	49	53	43.60	131.00	580	7.3	
64	1940	11	22	13	6	40	44.00	132.00	560	6.0	
65	1942	7					51.90	132.10	5–30	4.5	11.0
66	1942	9	1	18	59	35	48.50	128.00	20	5.7	14.2
67	1944	10	14	15	15	30	46.30	137.00	460	6.0	
68	1946	1	11	1	33	32	45.00	130.60	580	7.2	
69	1948	12	23	15	31	11	44.90	130.40	15	5.2	13.4
70	1949	4	5	9	27	7	41.60	131.60	570	6.5	
71	1950	12	10	12	41	10	43.60	132.50	7–28	4.1	
72	1952	7	8	0	59	23	42.00	131.00	600	5.3	
73	1952	11	5	14	11		44.50	138.00	320	4.5	
74	1955	9	14	5			43.00	131.60	6	4.4	11.9
75	1956	4	9	2	15	40	49.00	130.50	20	5.0	13.0
76	1956	10	14	0	39	1	48.50	122.00	5	5.2	13.4
77	1957	1	3	12	48	27.8	43.95	130.61	570	7.4	
78	1957	1	3	13	43	33	43.87	130.60	560	5.6	
79	1957	5	13	2	20	59	42.80	136.60	350	5.3	
80	1957	10	9	18	33	50	51.50	132.80	20	4.3	11.7
81	1958	2	13	9	32	27	43.50	135.80	360	5.1	
82	1958	11	24	12			42.50	135.00	300	4.8	
83	1959	3	29	19	9	35	45.07	137.20	330	6.1	
84	1959	6	7	17	39	0	47.90	135.50	20	4.3	11.7
85	1959	10	29	14	30	25	42.86	131.06	535	6.7	
86	1959	10	31	17	1	14	44.00	137.50	300	4.7	

п	риложение 1А.	Каталог землет	рясений регион	а Приамурье и	Приморье 1865	5–2015 гг. магнитудой	M ≥ 3.3.
				1 /1		/	

N₂	Дата				t_0		Эпицентр		h		
п/п	Г	М	Д	Ч	мин	с	φ°,N	λ°,E	КМ	M/MLH	Кр
87	1960	7	2	12	44	22	41.32	131.96	530	6.2	
88	1960	8	10	1	34	4	54.00	133.00	15	4.5	11.0
89	1961	7	25	18	41	37	41.70	137.70	180	4.6	
90	1961	10	3	12	58	13	54.40	122.70	20	3.3	10.0
91	1961	11	30	7	54	34	54.30	121.00	15	4.0	11.0
92	1961	11	30	12	20	7	43.80	132.10	469	4.7	
93	1961	12	3	19	55	6	43.40	135.20	400	5.5	
94	1962	1	28	16	34	44	54.70	124.20	15	3.3	10.0
95	1962	1	30	5	52	17	55.00	124.50	15	3.3	10.0
97	1962	5	20	23	45	24	55.60	129.60	20	4.0	11.0
98	1962	7	16	16	59	4	55.90	128.30	15	4.0	11.0
99	1962	8	8	16	38	9	54.30	126.00	20	4.0	11.0
100	1962	8	9	13	55	56	54.90	125.90	20	4.0	11.0
101	1962	8	15	10	6	55	45.10	133.10	30	5.0	13.0
103	1962	9	2	11	21	7	54.30	124.40	15	4.0	11.0
104	1962	9	2	11	22	9	54.80	124.90	15	4.0	11.0
107	1963	4	23	12	52	56	54.90	125.20	15	3.3	10.0
108	1963	6	16	2	53	25	44.40	135.60	450	4.6	
109	1963	6	21	13	44	24	47.80	130.70	20	5.5	13.9
110	1963	8	16	21	59	56	54.50	136.30	15	4.4	12.0
114	1964	1	2	14	28	43	54.10	127.70	15	4.0	11.0
116	1964	5	16	17	26	28	42.10	132.70	550	4.7	
118	1964	7	13	20	10	48	55.90	134.10	15	4.4	12.0
120	1964	8	30	18	57	34	56.00	124.80	15	3.3	10.0
121	1964	9	24	12	15	3	53.30	121.00	15	4.5	12.1
122	1964	10	17	6	34	49.3	42.43	130.88	502	4.5	
126	1965	1	2	7	37	37	55.50	130.60	15	3.3	10.0
127	1965	1	3	4	33	5	55.70	130.50	15	3.3	10.0
129	1965	2	21	21	13	45	55.50	123.10	15	3.3	10.0
130	1965	2	25	3	5	34	42.56	135.28	337	4.5	
131	1965	3	10	13	22	28	54.80	123.20	15	4.3	11.8
132	1965	6	12	6	19	20	42.01	131.40	484	4.5	
133	1965	8	13	17	36	8	55.20	134.70	15	4.4	12.0
134	1965	12	6	7	55	9.1	43.42	134.04	422	4.8	
135	1965	12	24	3	21	31	55.70	130.80	15	4.0	11.2
136	1965	12	30	23	18	2	54.20	127.70	15	3.3	10.0
137	1966	2	7	18	12	10	54.00	128.50	15	4.0	11.2
138	1966	2	14	1	18	48	54.80	123.60	15	3.3	10.0
139	1966	3	13	21	28	36	55.90	125.90	15	3.3	10.0
142	1966	4	23	1	1	8	53.50	125.00	15	3.3	10.0
143	1966	6	30	8	59	49.5	43.40	132.41	476	5.2	
145	1966	10	2	14	22	20.0	53.50	123.90	15	3.3	10.0
146	1966	11	20	12	29	27.0	54.50	123.60	15	3.3	10.0

Приложение 1А. Каталог землетрясений региона Приамурье и Приморье 1865–2015 гг. магнитудой М ≥ 3.3.

No	Лата			t			Эпицентр		h		
л/п	г (м	п	u	мин	C	m° N	λ° F	км	M/MIH	Kn
147	1967	1	10	21	3	21.0	φ,1 53.80	127.40	15	3 3	10.0
147	1967	2	14	11	56	35.0	55.60	127.40	15	3.3	10.0
140	1967	2	25	0	18	37.0	/3.40	130.30	225	13	11.8
150	1967	2	13	2	37	27.0	44.00	139.20	33	4.5	12.4
150	1907	3	15	18	1	56.5	44.00	133.00	200	4.7	12.4
151	1907	3	24	10	12	51.0	42.41	137.20	290 527	4.0	
152	1907	4	24	10	12	22.0	42.40	131.20	20	4.4	12.5
154	1907	5	0	19	48	32.0	45.10	139.00	20	4./	12.5
150	1907	5	21	15	21	15.0	53.80	123.00	15	2.5	10.0
15/	1967	5	28	23	5	10.0	54.10	128.60	15	3.3	10.0
158	1967	6	14	3	46	19.4	45.39	136.84	345	4.9	12.0
159	1967	8	15	15	36	6.0	44.70	132.30	7–15	5.0	13.0
160	1967	8	15	17	41	49.0	42.90	133.90	20	5.0	13.0
161	1967	8	17	12	28	5.0	44.70	132.30	5-20	3.8	10.8
162	1967	8	28	6	18	3.0	54.30	127.20	15	4.0	11.2
164	1967	11	12	2	24	59.0	55.10	123.20	15	3.3	10.0
167	1968	1	7	7	42	5.0	43.20	134.40	416	4.1	
168	1968	2	26	5	30	57.0	43.66	132.10	414	4.4	
169	1968	4	11	6	46	28.9	42.38	130.97	535	4.9	
170	1968	5	9	6	4	33.0	54.10	122.10	15	4.4	12.0
172	1968	5	31	20	24	40.0	48.50	140.60	10	4.0	11.2
173	1968	6	11	16	16	3.0	44.90	137.10	30	4.0	11.2
174	1968	6	14	1	15	57.7	42.58	132.67	469	4.4	
175	1968	8	24	0	44	35.0	55.70	127.50	15	3.3	10.0
176	1968	9	19	4	57	40.0	49.10	140.30	22	4.8	12.7
177	1968	9	19	5	1	16.0	49.40	140.40	22	5.0	13.0
178	1968	9	19	5	22	51.0	49.20	140.30	30	4.4	12.0
182	1968	9	19	14	36	53.0	54.20	134.50	15	3.3	10.0
183	1968	9	19	21	17	19.0	49.20	140.30	30	4.4	10.1
184	1968	9	21	11	45	3.5	49.10	140.50	10	3.6	10.8
185	1968	9	22	15	26	1.0	49.10	140.50	10	3.6	10.5
186	1968	9	24	19	30	27.0	49.20	140.20	30	4.2	11.7
187	1968	9	24	21	40	54.0	49.30	140.60	0–5	3.7	10.7
189	1968	9	26	5	37	26.0	49.50	138.70	30	3.7	10.7
190	1968	9	28	4	11	22.0	49.30	140.20	30	4.2	11.8
191	1968	10	13	21	53	36.0	49.20	140.50	30	4.7	12.5
192	1968	10	18	12	47	38.0	49.20	140.50	10	3.4	10.1
196	1968	12	29	16	9	34.0	55.80	140.70	20	4.0	11.2
198	1969	1	18	17	9	31.0	55.50	122.70	15	3.3	10.0
199	1969	2	3	0	17	9.0	56.10	140.00	15	3.3	10.0
208	1969	4	10	14	54	3.7	42.10	131.06	560	6.8	
211	1969	4	30	18	41	38.0	55.70	122.80	15	3.3	10.0
212	1969	6	6	12	52	15.0	53.40	138.10	15	4.0	11.0
214	1969	6	26	15	46	34.2	42.40	131.04	542	4.7	

Приложение 1А. Каталог землетрясений региона Приамурье и Приморье 1865–2015 гг. магнитудой М ≥ 3.3.

No	Пата			t			Эпицентр h				
<u>л/п</u>	<u> </u>	м	п	и		C	ω° N	λοΕ	r r	M/MLH	Kn
215	1969	7	8	17	8	46.2	φ,1 1 43.26	135.47	370	4.5	<u>np</u>
213	1969	9	20	17	27	30.0	54.60	125.40	15	4.5	12.0
210	1969	11	19	8	45	<u> </u>	41.83	133.82	437	4.9	12.0
221	1970	2	19	13	3	59.0	54 70	133.80	15	4.0	11.0
220	1970	2	23	16	54	51.0	53.80	133.50	15	4.0	11.0
233	1970	7	19	17	19	38.0	56.00	128.80	15	33	10.0
233	1970	8	29	14	59	21.0	51.10	135.10	30-40	5.5	13.9
241	1970	8	29	15	31	15.0	51.00	135.10	20	4 4	11.2
242	1970	9	3	7	38	26.0	54.10	128.70	15	33	10.0
242	1970	9	17	1	25	40.0	56.10	137.80	15	3.9	11.0
245	1970	10	12	9	33	35.7	42 79	131.01	542	5.1	11.0
215	1971	1	21	7	44	22.0	55.00	124.20	15	33	10.0
255	1971	1	21	15	27	51.0	55.40	122.30	15	3.3	10.0
257	1971	1	24	20	36	51.5	54 36	123.11	15	3.3	10.0
264	1971	3	12	15	22	39.0	53.10	139.30	15	3.6	10.8
266	1971	3	18	20	8	41.0	55 70	133 70	15	4.0	11.0
268	1971	3	24	20	0	12.0	56.20	134.90	15	3.3	10.0
279	1971	5	28	9	25	31.0	54.30	125.80	15	3.3	10.0
280	1971	6	14	14	25	55.0	56.10	123.60	10	4.3	12.0
284	1971	7	30	5	12	41.0	56.20	133.50	15	4.0	11.0
291	1971	9	23	0	51	36.9	45.82	137.22	373	4.8	
299	1971	12	18	10	48	52.0	43.10	133.20	5-7	4.1	11.4
300	1971	12	27	11	23	18.0	55.50	135.40	15	3.3	10.0
310	1972	1	20	15	38	41.0	54.30	127.30	15	3.3	10.0
312	1972	1	30	22	3	32.0	55.40	124.10	15	3.3	10.0
323	1972	2	28	17	32	29.0	43.39	132.30	469	4.4	
327	1972	4	4	11	32	23.0	54.60	135.00	15	3.9	11.0
335	1972	5	9	8	28	5.0	42.50	137.90	300	4.2	
336	1972	5	13	16	17	53.0	55.50	124.00	15	3.3	10.0
338	1972	5	19	8	42	50.0	54.10	128.50	15	3.3	10.0
341	1972	6	13	10	45	5.0	54.30	126.50	18	5.6	14.0
343	1972	6	20	10	33	25.6	41.81	135.51	357	4.8	
345	1972	7	3	1	32	37.0	53.80	123.50	15	3.3	10.0
349	1972	8	11	12	45	23.0	53.90	128.20	15	3.3	10.0
351	1972	9	8	19	48	57.0	56.10	130.60	10	4.4	12.0
352	1972	9	19	5	31	7.0	53.90	135.40	15	3.3	10.0
356	1972	11	10	22	6	42.0	54.40	125.90	15	3.3	10.0
368	1973	2	22	5	44	16.0	54.10	123.90	15	3.3	10.0
371	1973	3	1	14	30	3.0	56.20	128.50	10	3.3	10.0
380	1973	4	29	6	18	51.0	54.60	124.70	15	3.3	10.0
384	1973	5	6	14	39	27.3	43.54	132.36	486	5.2	
387	1973	6	17	1	2	40.0	54.30	140.50	20–10	3.4	10.2
398	1973	9	10	7	43	33.1	42.41	131.11	573	6.5	

Приложение 1А. Каталог землетрясений региона Приамурье и Приморье 1865–2015 гг. магнитудой М ≥ 3.3.
N₂		Дата			t _o		Эпиц	ентр	h		
п/п	Г	M	д	Ч	МИН	с	φ°,N	λ°,E	КМ	M/MLH	Кр
399	1973	9	29	0	44	2.0	42.00	131.00	600	7.2	
400	1973	10	26	11	26	56.4	56.20	123.57	10	3.3	10.0
402	1973	11	2	7	31	35.0	54.40	125.40	5-10	5.5	14.0
404	1973	11	2	12	14	48.0	54.30	125.80	10	3.3	10.0
409	1973	11	4	13	1	42.0	53.90	141.30	20-30	4.7	12.5
412	1973	11	15	11	11	16.0	54.10	126.00	10	3.3	10.0
420	1974	1	10	10	31	48.4	42.43	130.90	536	4.5	
437	1974	4	28	0	59	9.0	50.40	139.20	10	3.4	10.2
439	1974	5	16	9	5	20.3	56.18	123.67	10	3.3	10.0
447	1974	5	30	5	58	27.0	54.20	127.60	10	3.3	10.0
448	1974	6	5	16	40	25.0	54.00	129.00	10	3.3	10.0
451	1974	6	8	20	51	23.0	55.40	134.90	10	3.3	10.0
457	1974	7	27	12	19	50.0	54.30	127.40	10	3.3	10.0
464	1974	8	19	13	24	21.0	54.20	127.50	10	3.3	10.0
465	1974	8	25	22	49	59.0	55.60	123.00	10	3.3	10.0
472	1974	9	30	20	1	46.0	53.40	127.10	10	3.3	10.0
481	1974	10	18	6	34	48.0	56.40	127.30	10	3.3	10.0
485	1974	11	21	2	35	6.0	54.20	124.00	10	4.4	13.0
556	1975	3	27	6	58	48.0	52.60	131.40	30	3.3	10.0
567	1975	4	23	0	17	57.3	43.87	131.99	496	4.7	
589	1975	6	29	12	24	42.0	53.20	132.20	20-30	5.3	13.5
596	1975	7	31	16	19	0.0	56.50	135.40	30	3.9	11.0
599	1975	9	21	9	30	40.0	54.30	122.20	20	4.0	11.0
600	1975	9	21	10	3	31.0	54.20	122.30	10	3.3	10.0
605	1975	10	5	14	34	34.9	42.54	137.60	250	4.3	
606	1975	10	7	20	0	19.0	49.80	132.60	30	4.2	11.5
607	1975	10	13	20	56	17.0	54.50	122.20	30	3.3	10.0
628	1975	12	30	4	11	23.2	41.95	133.61	450	4.6	
637	1976	1	29	11	21	14.0	55.50	128.80	15	3.3	10.0
645	1976	2	21	4	13	4.0	43.15	137.30	283	4.8	
649	1976	3	26	9	19	11.0	54.20	122.00	16	3.3	10.0
652	1976	4	11	13	1	48.5	42.79	131.08	539	4.6	
653	1976	4	11	13	3	36.8	42.81	131.06	542	4.9	
665	1976	6	14	11	57	58.0	55.50	131.50	10	3.6	10.5
667	1976	6	17	5	42	0.0	55.10	136.30	15	4.0	11.0
670	1976	6	27	16	3	29.0	55.50	131.10	10	4.0	11.0
681	1976	7	30	21	53	22.0	55.60	133.10	10	4.1	12.0
682	1976	7	30	22	13	53.0	55.00	133.60	15	3.3	10.0
684	1976	8	4	3	52	49.0	56.40	132.00	10	3.3	10.0
685	1976	8	6	8	56	45.0	55.30	134.30	15	3.5	10.5
687	1976	8	9	7	18	18.0	56.30	132.80	10	3.3	10.0
692	1976	9	11	6	55	2.0	53.10	136.60	10-20	4.5	11.5
695	1976	9	12	10	56	12.0	52.70	137.10	20	4.0	11.0

Приложение 1А. Каталог землетрясений региона Приамурье и Приморье 1865–2015 гг. магнитудой М ≥ 3.3.

No		Лата			t.		Эпин	ентр	h		
п/п	Г	м	Л	Ч	мин	c	φ°.N	λ°.Ε	KM	M/MLH	Кр
696	1976	9	13	20	32	11.0	51.90	137.00	10–20	4.2	11.0
697	1976	9	13	22	0	21.0	51.70	138.30	10-20	3.3	10.0
700	1976	9	29	9	5	30.0	56.60	134.10	10–20	3.6	10.5
707	1976	11	20	1	55	5.0	54.20	122.00	10	3.3	10.0
708	1976	11	20	8	2	58.0	54.10	122.00	10	4.0	10.0
709	1976	11	21	15	51	55.9	54.14	122.00	10	3.3	10.0
715	1976	11	24	18	33	36.3	54.14	122.04	27	5.0	13.0
717	1976	11	24	19	17	45.8	54.15	122.00	15	3.3	10.0
726	1976	12	3	1	50	33.7	54.15	122.09	12	4.4	12.0
727	1976	12	3	3	55	57.3	54.17	122.00	13	4.0	11.0
732	1976	12	9	13	15	29.0	52.50	136.50	10-20	3.3	10.0
733	1976	12	9	13	39	31.0	52.60	136.80	10-20	3.3	10.0
735	1976	12	13	11	27	6.4	56.02	125.19	10	3.3	10.0
740	1977	1	15	17	38	2.0	55.42	124.05	5-10	3.3	10.0
741	1977	1	16	0	9	36.0	55.15	130.35	5-15	4.0	11.0
747	1977	2	3	21	31	50.2	42.90	131.07	520	4.8	
756	1977	3	9	14	27	54.0	41.30	130.90	550	6.1	
771	1977	4	22	18	29	10.0	54.20	125.00	5	3.7	10.5
781	1977	5	26	9	52	13.5	55.61	121.79	10	3.3	10.0
782	1977	5	27	15	55	30.0	51.20	138.50	15	3.3	10.0
790	1977	6	11	19	28	37.0	52.80	123.60	10-30	3.9	11.0
798	1977	6	24	4	47	46.0	56.70	132.20	15	3.9	11.0
807	1977	7	20	0	31	40.0	54.60	126.20	15	4.3	12.0
809	1977	7	20	2	3	39.0	54.60	126.30	15	3.6	10.5
812	1977	7	30	0	19	47.0	55.00	125.60	15	3.3	10.0
815	1977	8	8	20	49	17.0	51.40	138.40	33	3.3	10.0
818	1977	8	15	19	2	24.0	50.00	132.90	15	3.3	10.0
820	1977	8	16	13	56	58.0	54.00	128.90	5–20	5.0	13.0
821	1977	8	16	15	14	58.0	53.80	128.80	20–30	4.5	12.0
824	1977	8	16	22	9	47.0	53.85	128.80	20–30	3.3	10.0
827	1977	8	17	23	26	18.0	55.10	134.80	10-15	3.3	10.0
828	1977	8	20	7	28	49.9	41.90	133.40	444	4.5	
833	1977	9	9	2	35	2.0	42.88	131.43	530	4.7	
838	1977	10	12	0	46	23.7	41.73	133.73	448	4.5	
843	1977	10	23	11	19	27.0	43.35	135.80	359	4.3	
847	1977	11	1	3	54	30.0	55.90	130.60	20-30	4.8	12.5
851	1977	11	17	19	55	43.0	50.70	132.10	50	4.6	12.0
856	1977	12	2	23	2	27.0	51.35	133.70	20-30	3.7	10.5
857	1977	12	3	17	6	21.8	41.60	131.10	538	4.5	
859	1977	12	10	11	42	24.0	54.00	126.10	10	3.3	10.0
860	1977	12	13	16	32	19.0	51.85	132.60	10–20	3.3	10.0
865	1978	1	2	23	1	36.0	51.00	134.60	15	3.7	10.5
867	1978	1	11	22	13	42.0	53.01	128.91	20	3.7	10.5

Приложение 1А. Каталог землетрясений региона Приамурье и Приморье 1865–2015 гг. магнитудой М ≥ 3.3.

N₂	,	Дата			t_0		Эпиц	ентр	h		
п/п	Г	М	д	Ч	мин	с	φ°,N	λ°,E	КМ	M/MLH	Кр
868	1978	1	12	4	24	19.0	54.20	131.90	15	4.2	12.2
873	1978	2	1	1	8	46.0	54.60	123.10	10	4.5	12.0
877	1978	2	13	5	27	3.0	54.60	122.60	10	3.7	10.5
885	1978	3	11	2	19	13.0	54.90	136.10	10	3.3	10.0
891	1978	3	24	17	36	27.0	53.80	135.60	15	4.0	11.0
912	1978	4	28	14	56	24.0	53.66	125.20	5	3.6	10.5
935	1978	6	15	3	19	9.0	43.41	136.45	365	5.0	
939	1978	6	26	2	51	22.0	55.75	125.85	10	3.3	10.0
942	1978	6	30	11	57	1.0	53.87	125.90	20	4.1	12.0
945	1978	7	3	2	56	32.0	47.20	132.00	10	4.0	11.0
946	1978	7	3	21	1	47.0	43.21	130.90	524	4.6	
947	1978	7	4	20	30	44.0	53.50	132.60	10	4.2	11.5
955	1978	8	5	16	44	8.0	53.66	131.70	5	3.3	10.0
957	1978	8	10	7	56	14.0	49.70	132.50	10	4.0	11.0
963	1978	8	20	7	28	49.9	41.90	133.40	444	4.5	
964	1978	8	21	10	15	54.0	55.22	124.80	10	4.0	11.2
965	1978	8	21	10	17	40.0	55.10	124.80	10	3.3	10.0
967	1978	9	2	21	14	2.0	54.90	135.80	10	3.3	10.0
971	1978	9	10	12	45	41.3	42.44	137.08	298	4.7	
996	1978	12	1	13	26	1.0	55.30	124.00	10	3.3	10.0
999	1978	12	11	14	6	2.0	53.70	125.92	10	3.3	10.0
1007	1978	12	28	13	19	54.0	55.92	127.42	5	3.7	10.5
1008	1979	1	3	3	20	27.0	52.50	127.60	20	3.3	10.0
1013	1979	1	4	21	50	18.0	54.10	122.70	33	3.6	10.5
1027	1979	1	31	12	36	24.2	42.79	131.21	536	5.2	
1073	1979	4	27	19	38	16.0	55.90	130.50	30	4.3	13.1
1091	1979	5	17	6	39	8.0	53.69	126.10	5	3.9	11.0
1094	1979	5	23	17	37	32.0	53.56	126.03	0–5	3.4	10.0
1098	1979	5	31	10	49	24.0	55.59	130.74	0–5	3.9	11.0
1101	1979	6	13	10	52	6.0	43.20	132.40	107	4.9	
1111	1979	6	27	17	45	12.0	53.10	135.10	5	3.3	10.0
1115	1979	7	3	8	43	0.0	50.60	132.40	5	3.3	10.0
1128	1979	7	22	13	11	21.0	50.50	136.20	10	3.3	10.0
1132	1979	8	4	18	48	20.0	55.50	130.20	15	3.3	10.0
1137	1979	8	16	21	31	24.8	41.85	130.86	566	5.4	
1138	1979	8	24	15	15	30.0	54.10	127.50	15	3.6	10.5
1146	1979	9	2	0	39	31.0	50.70	134.30	15	3.3	10.0
1162	1979	9	19	12	18	13.0	54.03	127.75	20	3.3	10.0
1167	1979	9	30	14	14	19.0	42.97	131.37	558	4.2	
1171	1979	10	6	1	14	2.0	51.90	133.30	20	4.3	12.9
1174	1979	10	11	16	15	30.0	52.70	126.00	25	3.9	11.0
1178	1979	11	5	3	37	3.0	55.42	123.00	5	3.3	10.0
1183	1979	11	19	11	30	58.0	46.80	129.80	33	4.2	11.7

Приложение 1А. Каталог землетрясений региона Приамурье и Приморье 1865–2015 гг. магнитудой М ≥ 3.3.

N⁰		Дата			t _o		Эпиц	ентр	h		
п/п	Г	м	Д	Ч	мин	с	φ°,N	λ°,Ε	КМ	M/MLH	Kp
1185	1979	11	26	19	36	56.0	48.20	132.30	33	3.6	10.5
1197	1979	12	25	3	36	53.0	43.20	131.20	535	4.9	
1201	1979	12	30	20	46	34.0	54.80	125.30	10	3.3	10.0
1228	1980	2	5	13	14	5.0	55.95	122.70	5	3.3	10.0
1235	1980	2	14	4	9	48.0	52.26	126.83	30	3.3	10.0
1244	1980	2	25	23	50	4.0	54.85	125.26	20	4.2	12.0
1264	1980	3	21	15	3	57.5	51.50	133.20	10	3.6	10.5
1266	1980	3	21	17	26	52.5	51.40	133.20	10	3.9	11.0
1273	1980	4	6	2	28	56.5	53.95	127.90	0-10	4.4	12.0
1274	1980	4	6	2	53	28.8	41.65	137.10	300	4.8	
1294	1980	5	14	8	24	10.0	49.70	130.10	10	4.1	11.5
1295	1980	5	14	19	20	32.5	49.68	130.08	0–5	3.7	10.5
1325	1980	8	29	16	31	58.0	56.00	129.40	30	3.6	10.5
1343	1980	10	2	22	0	10.9	43.30	135.35	359	4.3	
1346	1980	10	15	2	52	54.7	54.66	133.80	10	3.9	11.0
1366	1980	12	7	2	34	42.0	45.00	135.20	30	4.7	13.0
1373	1980	12	23	1	38	4.0	53.37	132.15	10	3.6	10.5
1390	1981	2	12	18	51	0.9	42.74	137.50	291	4.7	
1430	1981	5	16	8	45	42.1	48.69	122.10	0-17	3.3	10.0
1434	1981	5	27	2	57	0.8	54.29	125.50	5-10	3.4	10.1
1435	1981	5	27	8	45	21.5	54.25	125.55	5-10	3.4	10.1
1436	1981	5	28	12	17	9.0	48.45	130.65	10	3.8	10.9
1437	1981	5	31	23	59	34.3	44.49	137.33	288	5.2	
1464	1981	9	5	1	53	0.5	51.21	132.30	30	3.6	10.4
1472	1981	9	19	7	27	1.0	43.18	130.98	567	4.5	
1474	1981	10	5	4	28	13.1	42.82	131.31	531	4.7	
1480	1981	10	22	12	45	40.5	53.20	134.50	10-30	3.6	10.4
1483	1981	11	8	1	36	23.8	48.81	131.70	5	3.3	9.9
1489	1981	11	22	21	44	50.2	51.95	122.59	20	3.7	10.6
1491	1981	11	27	17	21	44.3	42.93	131.19	525	5.3	
1520	1982	1	14	16	25	25.3	53.80	137.22	10	3.7	10.6
1523	1982	1	19	4	42	53.1	50.24	136.98	10	3.3	10.0
1535	1982	2	12	1	24	54.6	48.39	130.93	10	3.3	10.0
1537	1982	2	12	23	33	57.2	55.74	130.44	10	3.3	9.9
1556	1982	3	10	20	33	55.4	51.82	131.92	15	4.1	11.4
1568	1982	3	25	10	52	32.9	51.44	131.96	10	3.3	9.8
1576	1982	4	6	7	22	2.2	55.53	130.46	10	3.4	10.1
1580	1982	4	16	8	11	11.1	51.11	132.52	10–30	3.3	9.7
1582	1982	4	18	2	50	9.6	55.56	130.37	10	3.8	10.9
1594	1982	4	27	19	40	53.8	51.40	136.70	10-30	4.0	11.2
1598	1982	5	2	3	28	37.9	52.59	136.22	10–30	3.6	10.4
1599	1982	5	4	10	59	41.5	48.55	126.05	15	3.4	10.1
1606	1982	5	30	11	18	55.8	53.45	132.56	15	3.3	9.5

Приложение 1А. Каталог землетрясений региона Приамурье и Приморье 1865–2015 гг. магнитудой М ≥ 3.3.

N₂	,	Дата			t_0		Эпиц	ентр	h		
п/п	Г	М	д	Ч	мин	с	φ°,N	λ°,E	КМ	M/MLH	Кр
1617	1982	7	7	1	40	16.7	55.73	125.52	10	3.6	10.4
1671	1982	10	5	1	52	27.5	54.26	126.02	10	3.4	10.2
1674	1982	10	11	2	10	27.2	54.51	126.20	10	3.3	10.0
1696	1982	12	5	13	24	39.8	54.39	126.05	10	3.4	10.2
1708	1982	12	29	22	36	58.7	51.64	132.90	10	3.7	10.7
1714	1983	1	22	5	20	26.8	53.71	135.93	5	3.6	10.4
1719	1983	2	5	9	21	42.2	53.02	127.09	5	4.3	11.8
1721	1983	2	7	15	34	26.9	53.54	128.62	5	3.4	10.2
1733	1983	3	10	18	22	38.6	47.69	130.69	5	3.7	10.6
1742	1983	3	26	19	58	11.0	54.10	140.20	15	3.6	10.3
1752	1983	4	27	0	30	42.1	50.68	132.13	5-30	3.8	10.9
1761	1983	5	27	13	35	47.0	46.21	136.13	438	4.5	
1769	1983	6	8	8	27	0.0	51.92	132.90	5	3.6	10.5
1779	1983	7	10	14	40	47.9	48.67	133.90	5	3.3	10.0
1789	1983	7	30	15	42	6.5	53.42	132.63	10-15	4.8	13.6
1813	1983	10	8	7	45	26.3	44.21	130.74	551	4.3	
1816	1983	10	24	6	33	26.2	43.20	134.40	422	3.5	
1817	1983	10	29	17	47	4.7	43.40	135.14	383	4.6	
1833	1983	12	3	17	12	58.5	47.58	130.89	15	3.4	10.1
1843	1984	1	8	23	18	39.1	54.44	125.09	10	3.7	10.6
1844	1984	1	8	23	19	7.6	54.38	125.01	10	3.4	10.1
1845	1984	1	10	6	34	45.0	54.10	140.30	5	3.5	10.0
1874	1984	3	7	12	24	15.2	54.10	136.95	10	3.3	10.0
1878	1984	3	24	1	3	26.7	54.53	136.96	5-10	4.5	13.4
1879	1984	3	24	2	23	43.3	54.17	136.89	10	3.6	10.4
1891	1984	4	15	7	34	11.1	42.87	131.20	528	4.9	
1904	1984	5	14	22	33	7.7	43.79	138.40	291	4.3	
1932	1984	8	12	14	45	32.1	49.05	131.47	10	3.5	10.3
1940	1984	9	15	13	52	7.3	54.25	126.26	10	3.3	10.0
1949	1984	10	20	8	41	37.2	54.21	126.22	5	3.6	10.5
1954	1984	11	1	21	49	3.7	52.90	138.82	10	3.7	10.5
1962	1984	11	17	22	40	18.1	52.72	135.59	5	3.6	10.5
1970	1984	12	6	23	26	44.6	46.71	130.88	10	3.3	10.2
1993	1985	1	21	23	53	58.5	51.38	130.07	8	3.4	10.2
2000	1985	1	31	20	2	1.0	53.50	124.69	5	4.6	12.2
2023	1985	3	11	21	12	7.5	53.90	128.45	10	3.8	10.7
2028	1985	3	15	15	17	0.6	47.39	131.31	10	3.3	9.9
2038	1985	3	31	6	13	4.7	53.34	132.79	10	3.7	10.7
2039	1985	4	2	15	50	18.1	50.94	132.09	10	3.4	10.1
2061	1985	5	3	0	45	25.0	43.20	131.50	540	3.7	
2091	1985	6	12	4	4	36.9	52.47	132.73	9	3.9	10.9
2098	1985	6	27	0	37	59.5	54.03	127.85	5	3.8	10.6
2107	1985	7	7	12	15	51.7	55.89	126.80	25	3.4	10.2

Приложение 1А. Каталог землетрясений региона Приамурье и Приморье 1865–2015 гг. магнитудой М ≥ 3.3.

N₂		Дата			t_0		Эпиц	ентр	h		
п/п	Г	М	Д	Ч	мин	с	φ°,N	λ°,E	KM	M/MLH	Кр
2108	1985	7	8	16	27	39.4	54.86	126.10	25	3.9	11.0
2116	1985	7	21	22	34	30.0	49.21	126.57	7	4.2	11.7
2133	1985	9	4	21	3	6.2	53.73	136.02	5	3.3	9.8
2147	1985	9	22	1	9	30.6	54.30	123.66	25	3.4	10.1
2167	1985	10	30	3	34	14.2	54.59	133.98	10	3.3	9.7
2172	1985	11	9	4	9	25.2	53.83	136.86	10	4.4	11.9
2184	1985	12	4	5	42	7.0	55.66	125.74	10	3.9	11.0
2192	1985	12	17	16	43	10.1	52.94	129.00	5	3.6	10.5
2205	1986	1	4	4	56	5.0	52.70	140.30	8	3.9	11.2
2207	1986	1	6	5	27	25.0	53.08	134.58	10	4.4	11.9
2222	1986	2	9	12	42	53.9	48.54	126.62	15	5.1	12.6
2224	1986	2	16	6	21	45.5	48.43	126.10	19	4.1	11.2
2230	1986	2	28	17	7	22.1	48.63	126.24	13	5.7	13.8
2236	1986	3	13	11	18	3.6	53.94	136.69	7	3.4	10.1
2250	1986	4	7	12	19	35.5	49.58	131.58	10	3.3	9.9
2271	1986	5	12	18	45	50.0	43.70	134.00	445	4.3	
2273	1986	5	15	21	22	46.9	51.83	131.91	5	3.4	10.2
2289	1986	6	12	5	52	17.5	43.20	135.40	370	3.9	
2294	1986	6	22	15	21	19.9	54.23	140.28	10	3.5	10.0
2296	1986	6	24	14	14	41.8	53.38	140.39	9	4.1	11.0
2299	1986	7	1	20	4	16.0	54.83	131.05	9	3.3	9.8
2301	1986	7	3	22	41	8.9	49.02	131.55	13	4.2	11.5
2302	1986	7	4	15	1	56.5	50.23	132.38	8	3.4	10.1
2303	1986	7	9	22	14	57.9	54.72	126.49	8	3.7	10.7
2305	1986	7	16	14	5	3.0	52.23	126.42	9	3.6	10.4
2313	1986	7	26	14	46	21.7	45.32	137.07	339	5.2	
2315	1986	7	30	20	41	22.1	54.04	123.52	10	4.1	11.3
2318	1986	8	3	3	51	3.0	42.95	136.50	372	3.7	
2319	1986	8	7	18	51	26.1	55.08	123.35	16	4.8	12.7
2320	1986	8	9	2	24	44.1	54.94	123.30	12	3.3	9.9
2322	1986	8	15	17	53	10.2	48.69	126.60	16	4.9	12.8
2324	1986	8	15	20	20	36.1	49.08	126.84	14	5.6	14.0
2329	1986	8	25	20	0	17.3	48.77	126.80	25	3.7	10.6
2330	1986	8	26	4	45	22.6	56.00	125.95	11	3.3	9.9
2334	1986	8	30	7	18	46.2	52.97	140.36	10	3.5	10.0
2339	1986	9	9	22	21	41.2	52.43	131.67	11	4.0	11.4
2346	1986	9	19	7	47	41.0	53.71	132.15	11	3.9	10.9
2352	1986	10	7	1	1	17.0	55.60	126.39	13	3.3	10.0
2377	1986	11	29	20	4	55.5	54.22	131.33	13	3.8	10.8
2416	1987	2	11	17	42	51.2	43.12	132.35	511	6.3	
2428	1987	3	5	20	39	22.2	52.51	132.53	16	5.2	14.0
2443	1987	4	3	13	6	12.9	52.84	134.54	11	3.6	10.3
2466	1987	5	5	16	11	57.1	46.36	137.08	15	3.4	10.2

Приложение 1А. Каталог землетрясений региона Приамурье и Приморье 1865–2015 гг. магнитудой М ≥ 3.3.

No		Лата			t		Эпин	ентр	h		
п/п	г,	м	л	ч	мин	с	ω° N	λ° Ε	км	M/MLH	Kn
2468	1987	5	7	3	5	49.4	46 64	139.35	458	7.6	
2475	1987	5	16	9	29	40.7	48.52	130.81	10	3.4	10.1
2485	1987	6	3	11	36	37.0	52 55	135.01	15	3.4	10.2
2486	1987	6	3	17	55	10.0	43.20	136.40	350	4.4	10.2
2400	1987	7	1	3	32	28.3	55 73	135.51	11	3.4	10.2
2499	1987	7	1	11	52	34.7	52.01	132.93	6	3.5	10.2
2506	1987	7	31	12	55	24.9	48 72	132.95	8	4.1	11.3
2511	1987	8	8	0	9	54.7	50.93	131.97	10	4.6	12.5
2512	1987	8	8	3	37	38.5	51.14	131.90	10	3.4	10.1
2512	1987	8	21	7	7	83	53.45	132.11	8	44	12.3
2519	1987	8	21	19	33	18.2	53.48	132.08	9	3.6	10.4
2536	1987	9	23	17	43	1.8	52.97	132.00	9	3.6	10.5
2556	1987	10	30	21	42	46.0	48.91	129.97	8	3.3	10.0
2560	1987	11	2	23	21	4.7	54.90	136.41	13	3.8	10.8
2563	1987	11	8	6	44	7.5	52.36	132.71	10	3.7	10.7
2568	1987	11	15	19	51	21.1	51.53	138.10	11	4.1	11.4
2570	1987	11	21	13	48	56.4	43.06	131.19	550	4.5	
2621	1988	2	19	20	41	6.6	52.95	138.62	12	3.4	10.1
2629	1988	2	27	2	7	28.9	54.30	124.23	6	3.7	10.7
2641	1988	3	11	11	40	41.7	53.48	140.73	10	3.6	8.5
2644	1988	3	15	19	10	36.5	52.66	134.53	6	3.4	10.2
2646	1988	3	21	11	29	8.7	51.30	131.48	20	3.3	10.0
2679	1988	5	18	8	0	53.7	47.68	139.70	547	5.3	
2692	1988	6	19	11	53	21.5	55.85	128.78	10	3.7	10.6
2723	1988	8	10	5	16	8.9	49.49	130.19	12	3.9	11.0
2724	1988	8	11	2	30	36.2	47.78	130.68	12	3.7	10.7
2728	1988	8	23	20	57	50.0	43.20	136.30	325	4.4	
2733	1988	8	30	12	58	55.5	53.91	137.64	10	4.7	11.0
2750	1988	9	23	8	32	22.4	55.17	137.25	15	3.4	10.1
2754	1988	9	30	3	9	7.1	54.18	137.71	10	3.7	10.7
2764	1988	10	17	14	11	50.4	44.92	132.39	10	3.4	10.1
2766	1988	10	20	20	2	33.2	44.89	131.99	10	3.4	10.1
2769	1988	10	24	7	15	30.7	54.86	133.04	12	5.5	10.9
2774	1988	11	5	22	26	43.7	46.42	136.40	443	3.4	
2791	1988	12	2	23	32	56.6	53.92	126.44	11	3.7	10.7
2800	1988	12	22	20	10	14.7	52.33	134.35	11	3.3	10.0
2807	1989	1	13	12	52	14.5	49.04	131.70	18	3.8	10.8
2829	1989	2	18	5	44	44.2	48.50	131.45	30	3.3	9.9
2871	1989	4	30	16	26	45.0	43.40	135.90	345	3.3	
2872	1989	4	30	19	7	28.0	43.80	134.00	460	3.9	
2916	1989	7	23	12	1	30.4	54.52	124.89	13	5.3	13.5
2920	1989	7	23	14	32	59.9	54.56	124.89	10	3.5	10.3
2923	1989	7	24	1	35	23.5	54.52	124.92	10	3.3	10.0

Приложение 1А. Каталог землетрясений региона Приамурье и Приморье 1865–2015 гг. магнитудой М ≥ 3.3.

N₂		Дата			t_0		Эпиц	ентр	h		
п/п	Г	М	д	Ч	МИН	c	φ°,N	λ°,E	КМ	M/MLH	Кр
2931	1989	7	31	0	27	1.2	54.38	123.03	11	3.6	10.4
2933	1989	8	3	21	46	20.0	54.08	136.76	13	3.8	10.9
2935	1989	8	8	16	25	49.3	45.39	130.84	15	3.4	10.2
2958	1989	9	19	22	44	27.3	54.39	129.49	7	3.3	10.0
2985	1989	11	10	8	55	57.7	48.88	131.45	10	3.5	10.3
2996	1989	12	8	9	57	28.1	54.89	134.84	10	4.2	11.4
3006	1989	12	23	1	24	25.3	54.13	121.97	11	3.7	10.6
3021	1990	1	14	16	7	32.9	50.26	125.53	11	3.6	10.5
3092	1990	4	21	22	56	55.0	47.50	139.00	506	6.0	
3093	1990	4	24	16	31	47.0	42.50	132.10	555	4.0	
3097	1990	4	27	10	12	27.1	50.63	132.55	15	3.3	10.0
3101	1990	5	5	13	10	28.4	46.77	129.78	10	4.3	11.8
3115	1990	6	2	17	11	21.7	55.60	130.65	12	4.3	11.8
3127	1990	6	21	16	55	56.5	43.20	134.25	440	4.0	
3144	1990	7	17	3	37	25.9	48.68	131.97	12	4.6	12.3
3145	1990	7	17	4	1	11.6	48.69	131.98	13	3.9	11.0
3167	1990	8	10	22	41	20.5	47.13	130.04	10	3.3	10.0
3191	1990	9	1	21	56	7.3	54.24	125.98	5	3.3	9.9
3207	1990	10	16	12	4	26.7	49.83	129.53	12	4.2	11.5
3208	1990	10	16	23	27	40.5	55.22	138.98	12	3.6	10.5
3226	1990	11	13	2	35	3.5	45.90	138.92	16	6.2	15.2
3227	1990	11	13	3	2	7.1	45.74	139.06	15	3.3	10.0
3242	1990	11	14	8	23	22.4	46.02	138.66	10	3.3	9.9
3250	1990	11	14	14	43	34.4	46.01	138.85	16	4.9	12.8
3253	1990	11	14	15	37	45.7	45.95	138.82	16	4.2	11.6
3332	1990	12	8	13	52	11.1	46.01	138.82	10	3.3	9.9
3348	1990	12	17	12	28	20.1	45.14	138.72	10	3.3	10.0
3358	1990	12	25	10	27	36.8	45.99	138.89	10	3.5	10.3
3375	1991	1	26	16	17	14.9	54.10	134.61	10	3.3	10.0
3376	1991	1	27	15	34	6.0	43.45	136.10	320	4.7	
3391	1991	2	12	7	14	50.2	55.95	124.25	10	3.3	10.0
3432	1991	4	14	6	36	22.1	43.50	134.20	453	4.3	
3444	1991	4	29	16	51	26.5	43.55	132.53	489	4.7	
3457	1991	5	19	16	17	47.5	54.58	125.27	10	4.3	11.7
3461	1991	5	21	5	30	25.0	52.48	132.58	10	4.2	11.5
3467	1991	6	3	6	47	38.2	45.90	138.61	10	3.4	10.2
3469	1991	6	5	10	21	26.5	51.24	133.53	10	3.3	10.0
3473	1991	6	9	19	23	29.7	48.10	129.45	10	4.2	12.0
3480	1991	6	20	9	17	32.0	55.82	136.78	10	3.6	10.5
3483	1991	6	21	11	4	25.4	55.82	124.30	10	3.4	10.2
3490	1991	6	28	11	20	44.8	51.77	132.46	12	4.0	11.2
3496	1991	7	17	10	52	43.1	49.80	132.40	10	3.4	10.1
3500	1991	7	22	12	5	27.8	55.67	131.11	10	3.6	10.5

Приложение 1А. Каталог землетрясений региона Приамурье и Приморье 1865–2015 гг. магнитудой М ≥ 3.3.

N₂		Лата					Эпиш	ентр	h		
п/п	<u>г</u>	м	Л	ч	мин	с	 φ°.Ν	λ°.Ε	КМ	M/MLH	Кр
3505	1991	8	9	4	53	31.6	46.00	138.65	11	4.0	11.2
3506	1991	8	16	16	39	23.0	51.67	133.08	10	3.4	10.2
3514	1991	9	5	18	27	31.4	49.09	131.62	10	3.4	10.2
3522	1991	10	7	4	41	13.4	53.28	134.90	10	3.7	10.7
3527	1991	11	3	1	3	12.1	54.61	135.62	10	3.4	10.1
3550	1991	12	28	0	14	45.1	52.70	139.17	11	3.9	11.1
3559	1992	1	12	22	11	19.0	46.32	129.29	10	3.3	10.0
3560	1992	1	14	9	35	26.9	54.43	135.35	10	3.6	10.5
3575	1992	2	2	15	24	47.9	55.62	130.64	7	3.3	9.9
3628	1992	5	6	4	13	51.1	53.63	125.49	12	3.4	10.1
3660	1992	7	9	21	52	51.1	55.18	123.33	7	4.0	11.2
3661	1992	7	11	1	36	44.6	54.11	127.40	7	3.4	10.1
3666	1992	7	15	9	12	58.5	43.45	132.54	540	4.5	
3667	1992	7	16	5	3	42.6	52.82	137.26	7	3.9	11.0
3669	1992	7	21	16	33	26.5	54.13	131.03	8	4.2	11.5
3672	1992	8	1	19	22	8.9	43.53	132.60	511	3.3	
3673	1992	8	4	12	9	31.3	55.49	130.47	8	3.7	10.6
3674	1992	8	10	2	27	56.9	49.05	131.97	10	3.4	10.1
3675	1992	8	11	9	34	19.5	43.50	135.70	360	6.2	
3684	1992	8	30	11	2	3.7	48.66	129.61	12	4.2	11.6
3691	1992	9	12	3	36	47.0	49.52	126.19	10	3.9	11.1
3712	1992	11	7	3	46	46.8	54.94	135.18	7	3.8	10.8
3730	1992	12	17	4	29	8.0	44.40	137.20	10	4.7	
3739	1993	1	1	23	5	20.2	49.19	136.41	7	3.5	10.3
3741	1993	1	4	9	7	21.3	52.75	134.62	10	3.7	10.7
3742	1993	1	8	16	25	30.2	55.52	123.78	6	3.4	10.2
3766	1993	2	22	8	45	3.6	55.28	123.66	10	3.3	10.0
3768	1993	2	25	7	40	19.6	55.34	123.84	5	3.8	10.8
3770	1993	3	1	14	7	38.0	42.83	131.37	575	3.7	
3783	1993	3	31	3	48	51.3	51.32	132.79	7	3.4	10.1
3810	1993	5	31	1	59	16.9	50.78	126.60	7	3.3	9.9
3814	1993	6	12	16	4	7.6	54.86	136.47	12	4.0	11.6
3816	1993	6	20	17	46	19.6	55.24	122.18	10	3.9	10.7
3823	1993	7	14	21	53	44.0	42.38	133.07	480	4.5	
3837	1993	10	1	22	40	6.2	47.68	130.46	12	5.0	12.9
3844	1993	10	14	6	5	9.1	55.30	128.91	7	4.4	12.4
3851	1993	10	25	21	34	42.2	55.60	134.66	8	3.5	10.3
3855	1993	11	2	7	14	51.0	42.77	131.16	570	4.8	
3878	1994	1	4	20	0	26.4	53.31	132.00	7	3.9	11.0
3880	1994	1	5	23	57	7.6	47.63	131.06	5	3.6	10.4
3883	1994	1	11	19	30	1.3	51.03	137.28	7	3.3	10.0
3890	1994	1	26	12	14	3.3	50.57	131.53	7	4.1	11.4
3891	1994	1	28	1	5	14.0	54.78	135.17	12	4.7	12.2

Приложение 1А. Каталог землетрясений региона Приамурье и Приморье 1865–2015 гг. магнитудой М ≥ 3.3.

N⁰		Лата			t.		Эпиш	ентр	h		
п/п	Г	м	Л	ч	мин	c	φ°.N	λ°.Ε	КМ	M/MLH	Кp
3892	1994	1	31	0	25	5.8	54.76	135.07	10	4.0	11.2
3895	1994	2	8	5	18	27.0	43.30	130.86	565	4.7	
3897	1994	2	13	4	20	32.3	53.53	139.25	7	3.9	11.0
3904	1994	3	1	17	48	8.3	55.01	138.53	7	3.7	10.8
3933	1994	4	9	16	20	44.8	53.34	133.17	10	3.6	10.6
3936	1994	4	15	21	13	37.8	50.82	135.16	7	4.2	11.3
3940	1994	4	19	21	16	53.9	54.92	123.96	7	4.1	11.3
3955	1994	5	5	3	36	37.1	51.59	133.45	7	4.7	12.7
3961	1994	5	10	13	39	6.8	54.19	122.93	8	3.4	10.2
3968	1994	5	25	12	20	50.1	52.49	134.48	7	3.3	10.0
3970	1994	5	27	23	53	34.1	54.95	135.37	7	3.5	10.3
3977	1994	6	4	19	36	10.4	48.92	129.92	10	4.6	12.1
3978	1994	6	5	6	51	33.0	49.05	129.75	10	3.9	10.9
3979	1994	6	6	3	25	5.4	54.08	130.00	7	4.0	11.2
3988	1994	6	16	12	9	22.4	49.87	135.74	10	3.3	9.9
4014	1994	7	21	18	36	31.0	42.22	133.16	495	6.8	
4016	1994	7	24	7	37	7.3	42.28	133.12	474	4.3	
4021	1994	8	1	22	23	13.1	48.17	129.78	15	3.7	10.6
4031	1994	8	24	22	21	7.9	50.17	133.90	7	4.2	11.5
4045	1994	9	19	7	18	29.0	44.80	137.60	325	4.4	
4053	1994	10	15	23	31	3.9	41.70	131.40	562	4.1	
4057	1994	10	21	14	38	54.3	48.91	129.65	10	3.4	10.1
4070	1994	11	28	4	57	54.0	43.24	130.93	547	4.3	
4092	1995	1	14	15	47	17.3	42.14	134.06	446	4.3	
4119	1995	3	1	17	29	26.7	51.73	125.49	7	3.5	10.3
4132	1995	3	27	21	20	0.2	54.17	126.22	10	3.4	10.1
4138	1995	3	30	22	15	50.0	44.73	137.49	350	6.3	
4144	1995	4	6	12	42	26.5	49.08	126.38	10	3.7	10.7
4177	1995	6	9	8	16	14.4	55.40	131.00	7	3.3	10.0
4179	1995	6	13	10	8	47.5	55.60	123.41	6	3.9	11.1
4182	1995	6	15	20	12	25.8	51.98	135.19	10	3.3	9.9
4190	1995	6	27	12	43	28.9	55.67	130.68	10	3.9	11.0
4197	1995	7	16	8	22	5.1	50.41	136.94	17	3.3	9.9
4231	1995	10	17	7	16	45.1	48.70	131.13	7	3.7	11.4
4232	1995	10	18	4	27	53.4	42.05	131.91	557	4.2	
4233	1995	10	20	7	49	31.5	42.51	131.92	503	4.7	
4237	1995	10	21	16	52	24.1	49.00	131.42	10	3.4	10.2
4243	1995	10	28	17	57	32.7	50.44	128.82	7	3.6	10.5
4260	1995	12	18	5	41	41.3	52.39	132.07	7	3.4	10.1
4286	1996	2	22	16	25	24.4	50.15	125.69	12	3.8	10.9
4290	1996	3	1	7	46	38.8	54.33	125.92	7	3.7	10.6
4298	1996	3	13	0	47	41.4	41.96	131.29	564	4.1	
4310	1996	4	3	11	48	26.3	53.41	138.99	10	3.3	10.0

Приложение 1А. Каталог землетрясений региона Приамурье и Приморье 1865–2015 гг. магнитудой М ≥ 3.3.

N₂		Дата			t_{0}		Эпиц	ентр	h		
п/п	Г	М	д	Ч	мин	c	φ°,N	λ°,E	КМ	M/MLH	Кр
4316	1996	4	15	7	27	35.5	44.34	133.49	460	3.3	
4318	1996	4	20	1	42	20.1	48.09	130.10	10	3.3	9.9
4339	1996	5	21	5	43	18.6	53.68	122.70	10	4.3	11.4
4345	1996	6	4	20	22	2.0	43.38	132.37	515	5.1	
4353	1996	6	12	17	55	48.9	54.22	126.35	7	3.8	11.1
4357	1996	6	23	20	16	13.0	50.13	131.30	7	3.5	10.3
4379	1996	8	10	15	4	42.6	52.37	132.68	10	3.3	9.9
4384	1996	8	20	0	38	41.8	50.91	135.25	10	3.3	9.9
4400	1996	9	9	12	38	26.5	50.15	135.93	7	3.4	10.2
4422	1996	11	9	19	59	49.7	50.90	135.45	9	3.9	11.0
4483	1997	3	31	2	55	56.5	48.72	131.02	15	4.2	11.6
4496	1997	4	21	4	24	11.5	54.19	124.03	8	3.7	10.6
4499	1997	4	27	17	25	4.4	50.04	135.96	10	3.3	10.0
4502	1997	4	30	13	57	5	44.69	130.65	600	4.1	
4503	1997	5	4	3	26	28	43.44	135.55	360	3.3	
4506	1997	5	10	14	32	58.9	54.31	122.83	10	3.4	10.1
4513	1997	6	4	21	19	27.8	55.16	123.96	13	4.2	11.5
4522	1997	6	29	11	12	19.2	55.13	125.06	7	3.7	10.6
4527	1997	7	5	10	11	30.5	51.43	132.15	7	3.5	10.3
4528	1997	7	6	1	51	48	42.80	131.39	557	5.6	
4549	1997	8	30	4	54	49	43.49	135.71	354	5.3	
4559	1997	10	1	6	5	49	46.25	136.14	410	5.2	
4562	1997	10	17	18	37	45.2	52.51	134.87	12	3.3	10.0
4578	1997	11	5	8	24	38.7	56.03	133.76	7	3.9	11.0
4581	1997	11	10	17	47	21.2	55.12	123.92	6	4.6	12.2
4590	1997	12	7	18	55	4.1	54.03	134.07	8	3.6	10.4
4593	1997	12	23	15	2	24.9	55.09	123.88	9	3.6	10.4
4606	1998	1	12	19	36	16.40	43.50	134.06	430	4.0	
4607	1998	1	12	21	47	21.20	47.81	130.56	14	3.5	10.3
4609	1998	1	18	0	26	42.00	44.10	132.48	529	4.0	
4616	1998	1	31	3	5	17.90	43.25	134.27	390	4.1	
4661	1998	4	3	2	35	46.10	48.03	133.05	10	3.6	10.5
4664	1998	4	4	4	45	47.80	51.66	133.80	7	3.3	9.9
4692	1998	4	21	2	11	37.90	51.35	133.56	7	3.7	10.6
4695	1998	4	25	11	0	49.50	44.97	137.30	311	4.1	
4722	1998	5	24	12	32	31.00	43.18	134.24	444	3.6	
4730	1998	5	30	8	50	51.70	51.91	134.56	9	3.7	10.6
4777	1998	7	13	16	40	16.40	43.45	133.45	423	3.6	
4789	1998	7	24	23	12	16.70	48.88	131.47	15	4.7	13.2
4790	1998	7	24	23	19	44.10	48.74	131.43	13	4.6	12.6
4798	1998	8	2	21	2	44.00	45.27	137.24	348	4.0	
4800	1998	8	8	22	43	45.80	53.91	132.00	8	3.6	10.3
4810	1998	8	14	14	27	16.30	53.93	131.97	9	4.1	10.8

Приложение 1А. Каталог землетрясений региона Приамурье и Приморье 1865–2015 гг. магнитудой М ≥ 3.3.

				r						1	
N⁰		Дата			t ₀		Эпиц	ентр	h		
п/п	Г	М	д	Ч	МИН	c	φ°,N	λ°,E	КМ	M/MLH	Kp
4811	1998	8	14	20	45	0.50	53.97	132.05	9	3.5	10.4
4822	1998	8	20	9	36	36.00	45.60	136.91	356	5.5	
4834	1998	9	6	3	55	12.40	46.32	136.10	450	3.5	
4870	1998	10	15	11	3	5.10	49.16	131.84	10	3.7	10.7
4882	1998	10	27	21	32	42.70	43.06	133.69	307	3.8	
4890	1998	11	5	22	26	43.70	46.42	136.40	443	4.1	
4896	1998	11	11	17	27	58.00	48.56	133.31	14	4.0	11.2
4945	1998	12	25	16	36	8.00	42.24	134.33	415	4.3	
5042	1999	4	8	13	10	34.5	43.60	130.64	572	7.6	
5054	1999	4	19	10	0	23.0	51.80	125.46	7	3.3	9.9
5065	1999	4	25	22	20	12.7	55.33	124.53	8	4.7	12.0
5098	1999	5	13	0	39	8.0	43.52	134.10	412	4.0	
5167	1999	7	2	17	5	22.6	51.28	122.63	12	3.7	10.6
5172	1999	7	6	12	17	0.9	54.15	129.29	6	3.4	10.2
5193	1999	7	25	6	55	2.3	55.22	122.39	19	3.4	10.1
5214	1999	8	13	18	36	26.0	48.50	128.49	28	4.6	12.5
5215	1999	8	14	0	4	41.3	48.59	128.69	8	3.8	10.8
5224	1999	8	21	11	24	3.0	48.32	127.87	9	3.5	10.0
5235	1999	9	3	11	23	28.2	48.92	131.39	10	4.0	11.5
5249	1999	9	14	15	58	27.4	54.66	134.30	8	3.3	9.9
5253	1999	9	18	11	28	47.3	54.21	129.99	6	3.7	10.7
5256	1999	9	21	1	12	23.4	55.50	131.75	12	3.9	11.1
5257	1999	9	21	1	13	17.5	55.44	131.73	5	3.4	10.1
5315	1999	11	23	9	57	30.6	42.36	133.19	449	4.2	
5323	1999	11	26	22	13	5.1	51.94	134.93	8	4.1	12.1
5329	1999	12	2	7	51	44.5	55.63	130.45	8	3.5	10.3
5338	1999	12	12	2	2	18.7	53.84	127.78	10	4.2	11.5
5341	1999	12	14	6	2	29.5	55.34	132.66	8	3.9	11.1
5361	1999	12	27	10	46	18.4	47.70	130.58	5	3.5	10.3
5383	2000	1	18	10	41	35.6	54.90	123.39	8	3.5	10.3
5385	2000	1	19	9	33	18.9	52.79	139.31	14	3.4	10.2
5414	2000	2	13	2	57	10.0	42.92	131.87	529	6.3	
5459	2000	3	19	13	48	31.0	43.58	135.83	353	4.1	
5487	2000	4	4	20	35	32.3	51.86	132.71	8	3.8	11.5
5499	2000	4	11	3	46	16.8	45.19	139.67	21	4.2	12.0
5548	2000	5	13	21	59	27.7	47.88	130.88	9	3.6	10.4
5550	2000	5	14	15	48	52.0	48.95	129.93	13	4.2	12.0
5623	2000	7	4	4	49	22.8	49.90	132.00	11	3.4	10.1
5697	2000	8	27	22	51	21.3	52.61	128.90	7	3.8	11.0
5749	2000	10	18	5	34	12.2	48.86	131.64	18	3.4	10.1
5764	2000	11	2	19	48	22.1	54.76	133.33	7	3.7	10.7
5780	2000	11	10	4	45	58.0	42.09	133.61	452	4.1	
5796	2000	11	17	17	29	47.0	55.34	122.14	16	3.9	11.0

Приложение 1А. Каталог землетрясений региона Приамурье и Приморье 1865–2015 гг. магнитудой М ≥ 3.3.

N₂	,	Дата			t_0		Эпиц	ентр	h		
п/п	Г	М	д	Ч	мин	с	φ°,N	λ°,E	КМ	M/MLH	Кр
5839	2000	12	24	3	47	52.5	54.98	134.29	7	3.4	10.2
5903	2001	2	21	2	44	55.8	53.95	128.21	18	3.4	10.2
5904	2001	2	21	5	52	59.6	55.07	130.45	8	3.4	10.2
5961	2001	4	8	5	9	31.7	55.41	133.01	20	4.6	12.2
5962	2001	4	8	5	12	6.0	55.39	132.93	10	3.8	10.8
5970	2001	4	11	7	52	7.5	43.80	132.96	527	3.7	
5992	2001	4	24	14	35	38.3	47.66	131.03	10	3.3	9.9
6020	2001	5	15	23	46	54.0	45.37	136.97	355	4.1	
6031	2001	5	21	11	42	48.7	55.79	136.90	20	3.6	10.5
6066	2001	6	20	13	57	43.0	54.96	135.05	9	4.1	11.9
6086	2001	7	15	19	38	42.5	42.77	131.19	562	3.7	
6141	2001	8	25	13	58	13.8	48.97	131.22	11	3.6	10.5
6146	2001	9	3	3	9	35.4	48.26	133.15	13	3.6	10.4
6149	2001	9	6	10	42	41.2	54.35	123.04	30	3.8	10.9
6213	2001	10	28	16	21	5.1	52.14	133.39	16	3.8	10.9
6247	2001	11	24	11	50	42.0	43.10	131.08	560	3.5	
6319	2002	1	23	18	11	11.2	53.58	139.19	22	3.9	11.1
6323	2002	1	27	18	20	33.9	53.72	125.59	11	3.3	9.9
6333	2002	2	1	21	55	21.5	45.42	136.85	358	6.5	
6482	2002	6	28	17	19	31.5	43.78	130.87	571	6.0	
6536	2002	8	25	11	47	14.1	43.04	131.29	546	3.7	
6548	2002	9	15	8	39	32.5	44.75	130.28	582	6.5	
6566	2002	10	9	1	38	39.3	48.62	130.63	18	3.8	10.9
6578	2002	10	21	15	21	36.1	51.37	132.79	12	3.8	10.8
6601	2002	11	15	4	57	7.1	52.23	139.46	11	3.5	10.3
6603	2002	11	15	14	0	35.0	42.99	130.85	561	3.6	
6625	2002	12	8	20	54	15.8	51.05	124.68	20	4.5	12.5
6626	2002	12	10	4	35	40.3	54.29	123.10	11	3.4	10.2
6645	2002	12	31	16	22	38.3	48.27	132.22	19	3.9	10.8
6651	2003	1	6	19	40	22.5	49.00	131.63	8	3.6	10.4
6698	2003	2	7	9	51	43.0	43.39	134.19	425	3.7	
6751	2003	3	5	19	11	50.0	43.38	135.26	360	4.4	
6777	2003	3	20	2	50	25.4	49.34	139.30	10	3.3	10.0
6861	2003	5	12	1	31	6.3	55.29	124.44	13	3.4	10.1
6862	2003	5	14	3	34	17.0	43.22	136.09	338	5.3	
6881	2003	6	1	2	49	20.4	49.64	130.65	7	3.8	11.3
6884	2003	6	1	18	23	24.7	54.47	123.03	20	3.6	10.5
6898	2003	6	14	14	10	9.7	49.11	131.83	7	3.6	10.5
6942	2003	7	15	23	42	13.8	53.98	134.26	26	4.4	11.9
6946	2003	7	18	14	3	9.0	54.03	134.28	16	4.4	12.3
6963	2003	7	27	6	25	32.0	47.05	139.27	476	7.5	
6971	2003	7	29	12	30	2.2	47.09	139.39	500	3.7	
6973	2003	7	30	4	30	50.3	55.35	124.21	12	4.5	11.6

Приложение 1А. Каталог землетрясений региона Приамурье и Приморье 1865–2015 гг. магнитудой М ≥ 3.3.

N⁰	Дата				t		Эпиц	ентр	h		
п/п	Г	м	д	Ч	мин	с	φ°,N	λ°,E	KM	M/MLH	Kp
6996	2003	8	18	18	34	30.5	42.60	134.36	445	3.5	
7009	2003	8	31	23	8	0.9	43.42	132.56	490	7.1	
7022	2003	9	19	2	25	39.2	55.05	122.41	14	3.3	10.0
7025	2003	9	21	5	4	7.2	51.11	139.42	12	3.7	12.0
7040	2003	10	7	15	27	23.5	44.99	133.69	30	4.4	12.1
7046	2003	10	16	21	19	22.2	54.00	134.24	19	4.4	12.5
7065	2003	11	11	7	51	25.5	52.58	132.55	15	3.3	10.0
7079	2003	11	21	5	52	26.6	55.93	126.39	7	3.3	9.9
7094	2003	12	7	5	34	14.9	51.59	134.66	16	3.5	10.3
7141	2004	1	15	23	19	56.8	54.31	126.67	8	3.6	10.4
7144	2004	1	16	19	8	33.0	53.08	129.91	11	5.0	13.5
7160	2004	1	17	5	9	32.2	54.31	126.67	9	4.0	11.2
7193	2004	1	25	19	46	29.2	53.12	128.87	9	4.1	11.4
7263	2004	2	17	13	39	22.0	48.67	131.32	9	3.6	10.4
7290	2004	2	26	8	58	30.0	42.09	134.27	425	3.5	
7304	2004	3	5	6	16	42.3	55.90	124.38	12	3.3	9.9
7319	2004	3	15	13	31	53.7	51.57	122.00	15	3.4	10.1
7334	2004	3	24	19	55	50.2	54.36	125.59	9	4.5	12.4
7360	2004	4	7	7	42	52.1	50.23	131.29	18	3.4	10.2
7361	2004	4	7	20	1	19.6	49.93	129.22	9	3.4	10.1
7434	2004	5	18	9	33	58.2	50.99	123.33	22	3.5	10.3
7440	2004	5	20	14	43	14.3	43.16	136.58	326	5.7	
7445	2004	5	25	11	9	12.0	55.95	125.51	14	4.2	11.6
7475	2004	6	15	8	8	13.0	43.31	133.97	394	3.7	
7496	2004	7	2	17	35	35.1	55.96	130.50	8	3.3	10.0
7516	2004	7	19	16	39	9.9	45.22	137.35	328	3.3	
7521	2004	7	26	16	15	50.0	42.98	133.95	454	3.6	
7529	2004	8	2	16	24	16.8	53.78	136.39	24	3.5	11.2
7536	2004	8	7	12	22	51.2	43.99	137.13	308	4.9	
7551	2004	8	15	15	36	57.0	43.43	131.03	547	4.9	
7565	2004	9	2	13	0	41.5	54.45	123.02	12	3.9	11.1
7577	2004	9	15	2	37	28.0	47.16	139.30	473	4.3	
7579	2004	9	16	17	14	36.9	45.18	131.75	12	3.8	10.9
7638	2004	11	10	3	25	30.8	49.91	129.57	10	3.6	10.4
7642	2004	11	11	19	56	56.7	54.13	135.29	18	3.7	10.7
7672	2004	12	8	4	46	23.2	54.92	135.48	9	3.8	10.8
7679	2004	12	14	4	57	43.4	56.23	124.23	14	3.7	10.7
7710	2005	1	15	2	54	48.6	48.92	131.4	6	3.9	11.0
7727	2005	1	24	12	22	47.2	51.97	122.65	23	4.6	13.0
7734	2005	2	1	1	36	21.3	48.92	131.47	8	3.3	9.9
7751	2005	2	7	3	1	58.4	54.39	131.89	8	3.3	10.9
7753	2005	2	12	17	19	2	55.13	123.01	21	4.3	12.0
7772	2005	3	5	8	57	36.4	49.82	132.26	11	3.9	11.0

Приложение 1А. Каталог землетрясений региона Приамурье и Приморье 1865–2015 гг. магнитудой М ≥ 3.3.

	Пата								-		
N⁰	,	Дата			t_0		Эпиц	ентр	h		
п/п	Г	М	Д	Ч	МИН	с	φ°,N	λ°,E	КМ	M/MLH	Кр
7776	2005	3	10	9	1	41.6	54.54	133.96	10	3.6	10.4
7800	2005	3	23	2	13	1.4	48.46	132.63	17	4.5	12.0
7824	2005	4	6	13	45	39	46.16	136.81	381	4.1	
7831	2005	4	14	9	56	7.3	43.42	135.4	351	4.9	
7890	2005	5	24	10	46	48.6	52.27	133.15	12	3.6	10.5
7898	2005	6	3	15	1	20	49.95	135.54	10	3.6	10.4
7921	2005	7	6	19	42	38.6	48.33	131.73	21	3.9	11.0
7922	2005	7	6	23	10	15.7	48.37	131.65	22	4.4	12.0
7957	2005	8	13	5	48	28.1	52.34	133.54	18	4.4	12.0
7959	2005	8	14	9	59	36.3	51.58	122.88	14	3.3	10.0
7963	2005	8	15	19	31	47.6	48.93	131.29	12	3.7	10.6
7998	2005	9	20	23	1	51.3	54.20	125.64	9	3.5	10.3
8014	2005	9	30	6	20	20.7	52.96	134.36	11	4.3	11.0
8017	2005	10	1	16	57	17	43.10	134.71	384	4.0	
8028	2005	10	14	6	3	7	42.55	133.17	507	3.8	
8042	2005	10	29	15	48	27.4	54.05	122.07	13	3.3	9.9
8057	2005	11	20	14	44	28.6	52.46	131.48	10	3.6	10.5
8063	2005	11	25	17	44	50.1	45.41	137.04	330	3.7	
8082	2005	12	8	15	39	20.7	45.00	137.38	320	3.9	
8083	2005	12	8	23	20	49.7	50.00	136.83	10	3.3	9.9
8118	2006	1	5	2	58	16.2	48.95	131.38	15	3.5	10.3
8125	2006	1	11	23	21	49.9	53.96	127.98	13	3.8	10.9
8167	2006	2	15	23	1	3.3	43.35	134.82	341	3.7	
8182	2006	3	3	15	39	36.4	44.81	135.41	347	3.9	
8210	2006	3	24	10	55	0.2	47.33	138.83	461	3.5	
8285	2006	6	7	2	43	56.3	51.02	135.19	12	3.3	9.9
8315	2006	7	12	11	25	2.5	52.64	138.96	10	3.3	9.9
8319	2006	7	26	20	51	5.3	43.76	130.59	576	3.7	
8337	2006	8	19	13	14	50.8	48.97	131.65	10	3.4	10.1
8367	2006	9	12	6	39	32.7	42.80	134.51	418	4.0	
8381	2006	9	28	2	17	25.6	53.38	123.06	22	3.5	10.3
8393	2006	10	9	19	46	14.2	45.40	137.16	335	4.5	
8401	2006	10	17	12	56	49.3	55.83	124.84	9	4.2	11.9
8453	2006	11	30	18	4	12.5	55.83	124.48	8	3.4	10.1
8483	2006	12	24	16	24	16.1	54.25	127.39	7	3.3	9.9
8505	2007	1	12	23	28	50.9	51.14	136.91	20	4.7	13.5
8511	2007	1	17	15	45	32.8	54.30	128.58	7	3.7	10.7
8569	2007	3	9	3	22	42.6	43.28	133.63	445	6.5	
8577	2007	3	13	15	19	9.3	54.23	132.09	9	3.6	10.4
8607	2007	3	22	12	28	20.3	45.36	131.19	25	4.1	11.6
8678	2007	4	22	10	3	57.9	48.60	133.52	14	4.1	12.2
8690	2007	4	29	13	40	15.4	45.02	137.45	323	4.4	
8698	2007	5	3	20	2	3.5	52.56	139.48	10	4.3	11.7

Приложение 1А. Каталог землетрясений региона Приамурье и Приморье 1865–2015 гг. магнитудой М ≥ 3.3.

N₂	,	Дата			t_0		Эпиц	ентр	h		
п/п	Г	М	Д	Ч	мин	с	φ°,N	λ°,E	КМ	M/MLH	Кр
8720	2007	5	20	13	23	51.1	52.63	139.55	19	4.8	13.0
8722	2007	5	21	21	56	55.4	44.41	137.08	312	4.0	
8733	2007	6	19	21	13	54.1	43.53	133.84	421	4.0	
8738	2007	6	26	23	11	47.9	43.58	134.31	436	4.1	
8771	2007	8	4	17	54	33	52.74	134.46	19	4.1	11.4
8797	2007	8	28	15	26	34.3	52.52	139.69	21	3.8	10.9
8812	2007	9	15	20	56	16.4	53.41	132.39	12	4.1	12.2
8832	2007	10	5	14	24	45.9	44.07	130.85	563	4.0	
8851	2007	10	27	23	49	55.5	42.23	133.91	450	4.1	
8904	2007	12	4	0	14	11.3	42.11	133.97	437	4.5	
8941	2007	12	25	20	57	4.7	54.61	122.92	26	3.4	10.1
8990	2008	1	26	6	46	34.3	54.00	126.42	22	3.3	10.0
9009	2008	2	6	16	47	35.2	45.02	138.38	301	3.6	
9035	2008	2	22	9	20	1.0	48.53	131.59	19	4.4	11.9
9041	2008	2	24	9	25	35.6	55.28	122.72	24	3.4	10.2
9050	2008	2	27	15	18	56.4	54.82	125.37	14	3.5	10.3
9078	2008	3	16	19	20	39.5	43.46	133.63	455	3.9	
9103	2008	4	3	7	33	39.2	46.99	131.31	19	3.8	10.8
9113	2008	4	9	23	12	50.7	43.12	133.73	435	4.4	
9180	2008	5	19	10	8	35.7	42.55	132.09	518	6.3	
9221	2008	6	17	17	26	11.9	54.00	127.99	16	5.4	13.6
9243	2008	6	29	20	53	2.4	45.00	137.51	319	5.2	
9308	2008	8	26	8	25	29.1	51.85	132.87	9	3.9	11.1
9309	2008	8	27	18	29	20.9	55.20	124.06	8	3.8	11.4
9315	2008	8	31	10	40	17.6	54.01	127.98	19	3.3	10.0
9385	2008	10	22	16	18	36.0	41.98	131.45	558	4.9	
9393	2008	10	25	17	43	32.5	55.28	135.17	7	3.8	10.9
9394	2008	10	26	1	23	50.8	50.49	135.98	10	3.4	10.2
9400	2008	10	29	0	6	42.9	55.25	123.95	7	3.5	10.3
9417	2008	11	6	9	53	1.5	55.54	128.82	10	3.5	10.9
9427	2008	11	13	8	22	52.0	54.31	122.42	20	3.4	10.1
9462	2008	12	17	15	53	24.5	42.64	131.92	512	3.6	
9482	2008	12	28	21	28	50.2	47.48	130.33	10	3.4	10.1
9529	2009	1	31	18	17	59.8	54.21	125.97	8	3.3	9.9
9536	2009	2	3	13	39	34.3	52.66	136.19	22	3.3	9.9
9582	2009	3	6	3	32	36.7	42.79	131.83	522	4.1	
9597	2009	3	13	9	7	1.9	43.27	134.32	422	5.1	
9645	2009	4	4	1	59	19.1	48.97	131.38	10	3.7	10.7
9649	2009	4	5	0	30	18.4	48.93	131.57	16	3.8	10.9
9652	2009	4	6	5	9	33.3	42.88	131.75	526	4.5	
9666	2009	4	13	15	10	28.4	53.08	134.23	12	4.4	12.1
9675	2009	4	15	8	17	18.8	53.82	130.25	11	3.9	11.1
9685	2009	4	18	3	56	29.9	42.82	130.62	564	4.9	

Приложение 1А. Каталог землетрясений региона Приамурье и Приморье 1865–2015 гг. магнитудой М ≥ 3.3.

No	Дата				t		Эпин	ентр	h		
п/п	, Г	м	Л	ч	мин	с	φ°.N	λ°.Ε	км	M/MLH	Kn
9695	2009	4	21	6	15	3.0	51 19	136.91	29	4.0	11.1
9701	2009	4	26	10	48	49.5	55.99	129.43	20	3.9	11.0
9740	2009	5	20	0	30	46.2	54 51	129.13	10	3.9	11.0
9743	2009	5	26	12	4	7.5	43 72	135 74	341	3.9	11.0
9747	2009	5	28	2	21	43.4	55.08	122.69	24	3.7	10.6
9771	2009	6	7	16	26	5.5	43.78	130.77	566	4.1	10.0
9781	2009	6	14	9	20	32.2	48.42	130.10	10	4.1	11.4
9799	2009	6	19	15	22	1.6	50.30	135.10	21	3.9	11.1
9821	2009	7	6	8	52	39.2	47.96	130.70	10	3.4	10.1
9833	2009	7	12	23	31	28.4	43.38	130.70	572	43	10.1
9840	2009	7	16	6	29	3.8	42.42	133.23	475	4.9	
9854	2009	7	23	16	25	44 1	56.23	131.88	175	3.4	10.1
9875	2009	8	10	12	42	52.7	43.51	130.80	567	49	10.1
9885	2009	8	21	11	38	11	42.20	133.68	456	3.6	
9919	2009	9	26	20	33	21.5	55 78	134.41	7	3.4	10.0
9931	2009	10	2	14	57	18.4	55.86	134.49	10	3.4	10.0
9933	2009	10	2	16	51	44.3	55.88	134.42	10	3.3	9.9
9935	2009	10	3	4	16	42.1	51.58	136.28	10	3.3	9.9
9948	2009	10	16	1	19	11.4	55.12	122.38	13	3.3	10.0
9990	2009	11	15	20	31	34.6	44.40	137.08	306	5.1	1010
9997	2009	11	20	22	47	18.5	45.55	131.95	10	3.4	10.1
10029	2009	12	17	7	56	8.2	54.42	129.08	7	3.3	9.9
10032	2009	12	19	13	26	4.9	45.22	131.25	13	4.4	12.0
10043	2009	12	24	0	23	29.0	42.04	135.17	382	6.5	
10098	2010	1	30	23	55	27.2	50.28	126.13	24	3.6	10.4
10115	2010	2	18	1	13	17.8	42.65	130.74	578	7.3	
10120	2010	2	21	7	29	8.8	42.59	130.80	578	4.0	
10128	2010	2	25	23	6	32.7	55.37	130.59	8	3.3	10.0
10138	2010	3	10	10	54	56.1	46.61	131.58	15	4.3	12.0
10173	2010	3	30	12	4	29.2	49.13	131.84	9	3.9	11.0
10177	2010	3	31	7	15	47.5	54.96	135.14	15	3.7	10.6
10351	2010	6	21	17	22	16.4	54.24	125.87	8	3.6	10.5
10364	2010	7	1	15	52	30.2	53.11	133.01	10	3.7	10.7
10370	2010	7	3	12	46	42.4	47.13	135.55	11	3.3	10.0
10398	2010	7	18	4	10	59.0	46.10	132.91	22	3.6	10.5
10422	2010	8	7	13	47	39.9	49.79	132.48	8	3.4	10.1
10436	2010	8	14	11	19	6.4	53.84	138.81	12	3.6	10.5
10467	2010	9	9	1	12	49.0	42.63	130.86	572	3.7	
10478	2010	9	15	9	50	52.8	47.17	130.15	10	3.3	9.9
10487	2010	9	23	22	9	17.6	52.39	139.73	14	4.4	12.7
10509	2010	10	7	0	6	14.6	53.28	124.35	10	3.6	10.5
10546	2010	11	1	9	49	50.9	45.08	137.37	324	3.9	
10578	2010	12	5	2	42	44.1	51.18	136.09	6	3.6	10.4

Приложение 1А. Каталог землетрясений региона Приамурье и Приморье 1865–2015 гг. магнитудой М ≥ 3.3.

N₂	Дата				t.		Эпиш	ентр	h		
п/п	Г	M	Д	Ч	мин	с	φ°.N	λ°.Ε	KM	M/MLH	Kp
10588	2010	12	13	0	52	38.9	54.29	127.15	12	3.4	10.1
10599	2010	12	21	6	49	49.1	50.59	132.08	9	3.8	10.9
10602	2010	12	23	1	4	38.4	55.50	123.91	10	4.3	11.7
10630	2011	1	7	23	34	10.9	43.09	131.19	555	4.5	
10644	2011	1	15	0	43	42.7	48.67	125.92	15	4.5	12.7
10676	2011	2	5	12	42	14.5	50.72	134.99	14	4.0	11.7
10712	2011	2	25	17	0	16.5	43.70	134.21	420	3.6	
10757	2011	4	3	7	43	21.6	48.95	131.43	9	3.9	11.0
10772	2011	4	8	17	12	16.4	54.06	122.79	8	3.6	10.4
10781	2011	4	11	16	51	24	48.89	131.34	8	3.5	10.3
10792	2011	4	21	3	8	29	48.83	131.78	21	3.4	10.2
10800	2011	4	26	4	0	6.1	48.21	130.77	15	3.6	10.4
10820	2011	5	10	15	26	4.3	43.31	131.17	554	5.7	
10860	2011	6	23	17	13	14.8	54.14	126.28	17	3.6	10.5
10864	2011	6	26	15	34	20	52.19	132.63	15	3.7	10.7
10872	2011	7	6	14	3	16.8	55.67	130.77	18	3.4	10.2
10897	2011	7	25	0	21	52	50.07	135.69	8	3.6	10.4
10905	2011	8	4	23	34	38.4	54.10	133.37	10	3.7	10.8
10945	2011	9	22	15	1	23	44.70	131.08	10	3.3	9.9
10955	2011	10	14	6	10	13.8	54.10	123.81	18	6.2	15.4
10956	2011	10	14	6	23	58.5	54.05	123.86	10	4.0	11.2
10957	2011	10	14	6	26	34.6	54.10	123.93	10	3.4	10.1
10960	2011	10	14	7	19	52.9	54.18	123.88	10	3.4	10.1
10961	2011	10	14	7	37	9.3	54.12	123.81	10	3.7	10.6
10991	2011	10	18	13	59	20.4	54.20	123.99	20	4.2	11.5
11007	2011	10	22	14	14	57	54.19	123.82	14	4.0	11.2
11016	2011	10	27	17	44	1.5	54.17	123.95	18	3.3	10.0
11018	2011	10	29	20	14	35	54.10	123.93	15	3.8	10.8
11025	2011	11	4	15	54	30.6	54.21	123.83	15	3.4	10.2
11027	2011	11	8	15	27	7.3	55.01	122.32	13	3.4	10.1
11039	2011	11	14	11	37	28.1	53.97	128.09	20	3.4	10.1
11042	2011	11	15	22	43	52.1	53.34	132.63	11	3.4	10.2
11046	2011	11	18	23	10	24.4	54.46	123.18	10	3.4	10.2
11051	2011	11	22	1	52	14.6	54.13	123.92	16	3.6	10.5
11064	2011	12	4	7	11	16.6	54.25	123.92	10	4.3	11.8
11108	2012	1	22	23	42	50.57	54.41	122.78	14	3.5	10.4
11167	2012	4	10	20	7	4.156	52.66	132.4	14	3.3	9.9
11215	2012	6	18	5	11	31.61	47.95	130.97	18	4.9	13.7
11222	2012	6	28	12	28	38.97	52.80	135.73	17	3.5	10.3
11237	2012	7	29	9	20	52.95	47.26	139.3	504	6.4	
11280	2012	9	22	10	56	7.956	54.19	123.93	18	3.7	11.2
11311	2012	11	1	4	57	31.48	54.15	126.57	22	3.8	10.8
11351	2013	1	2	19	45	11.54	54.32	122.97	15	4.1	11.4

Приложение 1А. Каталог землетрясений региона Приамурье и Приморье 1865–2015 гг. магнитудой М ≥ 3.3.

No	Дата				t.		Эпин	ентр	h		
п/п	,	м	Л	Ч	мин	c	φ°.N	λ°.Ε	КМ	M/MLH	Кр
11394	2013	2	20	11	30	29.38	51.04	124.92	15	4.1	11.0
11442	2013	4	5	13	0	1.815	42.76	131.29	570	6.5	
11443	2013	4	6	0	29	54.9	42.80	131.22	568	5.9	
11458	2013	4	13	5	18	28.47	54.22	126.95	7	3.7	10.6
11483	2013	5	8	8	13	52.71	45.31	137.09	337	3.4	1010
11511	2013	6	14	23	39	25.99	54.15	123.93	14	3.9	11.0
11526	2013	6	30	2	48	27.6	56.00	131.89	10	3.5	10.3
11549	2013	7	22	15	8	49.82	51.47	132.01	13	4.6	13.6
11552	2013	7	23	9	18	7.665	42.06	133.23	481	4.1	1010
11560	2013	8	1	18	39	30.65	45.94	138.58	20	3.9	11.0
11570	2013	8	15	0	15	9 3 2 7	55 51	133.67	9	33	9.9
11577	2013	9	2	2	51	12.54	42.15	133.83	449	6.0	,,,
11579	2013	9	6	2	56	24.8	53.93	128.15	26	3.4	10.1
11583	2013	9	11	0	46	14.8	55.09	122.38	6	3.5	10.3
11591	2013	9	27	18	36	40.99	43.41	134.28	435	4.7	1010
11618	2013	10	29	20	17	49.13	43.20	131.14	550	5.7	
11634	2013	11	12	4	16	43.34	52.32	131.33	8	3.6	10.4
11641	2013	11	19	18	57	28.93	46.00	130.65	16	4.8	12.8
11660	2013	12	15	18	46	7.902	55.72	137.06	27	3.3	10.0
11676	2014	1	3	22	57	9.892	54.03	122.08	8	3.8	10.9
11727	2014	2	20	1	32	51.1	42.83	132.26	520	4.5	
11747	2014	3	5	3	0	20.93	51.11	131.84	10	3.6	10.6
11767	2014	3	22	7	1	43.5	46.96	129.99	8	3.4	10.2
11775	2014	3	31	21	23	1.698	49.19	126.49	10	3.3	9.9
11786	2014	4	12	21	22	44.25	44.90	133.66	14	4.4	11.9
11795	2014	4	24	11	31	1.551	48.07	139.69	10	3.4	10.1
11833	2014	6	1	2	55	26.12	54.16	123.95	18	4.0	11.2
11860	2014	6	23	9	53	0.262	53.69	138.91	8	3.6	10.4
11898	2014	7	27	13	11	26.36	52.76	135.71	12	3.6	10.5
11920	2014	8	15	1	6	20.66	54.48	135.2	12	3.4	10.1
11936	2014	8	31	8	29	2.423	54.90	122.41	24	3.6	10.4
11947	2014	9	11	15	59	24.04	51.75	132.97	10	3.3	10.0
12022	2014	11	20	19	46	23.29	52.07	133.89	11	3.6	10.5
12026	2014	11	24	9	31	19.24	45.41	131.96	9	3.4	10.1
12031	2014	11	30	1	33	29.39	54.18	122.09	16	3.5	10.3
12046	2014	12	15	14	59	7.68	52.30	137.26	17	3.7	10.6
12056	2014	12	25	7	50	20.6	44.79	138.54	277	3.5	
12062	2015	1	3	13	47	29.11	53.84	125.53	13	3.3	9.9
12065	2015	1	3	20	19	59.27	47.31	136.85	18	3.3	10.0
12066	2015	1	3	23	51	2.542	47.32	136.87	8	3.8	10.9
12067	2015	1	7	0	19	4.713	53.69	125.45	8	3.4	10.1
12107	2015	2	7	16	40	5.911	43.53	135.82	354	4.6	
12155	2015	4	6	22	14	5.3	55.98	128.65	13	3.8	10.9

Приложение 1А. Каталог землетрясений региона Приамурье и Приморье 1865–2015 гг. магнитудой М ≥ 3.3.

N⁰		Дата			t_0		Эпиц	ентр	h		
п/п	Г	М	д	Ч	МИН	c	φ°,N	λ°,E	КМ	M/MLH	Кр
12156	2015	4	7	3	28	21	54.81	124.83	10	4.0	11.2
12166	2015	4	12	3	0	7.216	54.03	134.11	10	3.3	9.9
12169	2015	4	16	23	31	54.5	54.25	127.39	12	4.3	11.7
12213	2015	6	28	11	41	34.43	47.58	130.73	7	3.3	10.0
12214	2015	6	29	7	46	13.15	51.78	132.91	13	3.5	10.3
12220	2015	7	9	1	12	47.52	54.11	123.71	12	4.0	11.2
12233	2015	7	24	6	25	15.14	53.96	128.04	9	3.8	11.1
12264	2015	8	31	1	53	27.55	42.21	135.64	367	4.2	
12299	2015	10	27	3	25	12	55.72	139.82	23	4.1	11.3
12306	2015	11	12	0	18	41.52	45.17	130.99	8	3.5	10.2
12309	2015	11	14	14	34	40.5	46.32	136.16	437	3.7	

Приложение 1А. Каталог землетрясений региона Приамурье и Приморье 1865–2015 гг. магнитудой М ≥ 3.3.

Стереограмма механизма												
Тип дислокации			сдвиг	взбросо-сдвиг	сдвиг	сбросо-сдвиг	взброс	взбросо-сдвиг	сдвиг	сдвиг	взброс	взбросо-сдвиг
		SLIP	5	32	-179	-20	97	142	0	180	06	134
ости	NP2	DP	56	39	81	35	24	21	84	61	22	39
плоско		STK	276	188	26	246	133	317	111	135	112	105
альные		SLIP	146	125	6-	-124	87	73	-174	-29	06	61
Нод	NP1	DP	86	70	89	78	99	77	06	06	69	63
		STK	183	72	295	354	306	83	201	45	292	234
ий		AZM	234	137	250	230	38	187	66	356	22	345
кений	Ч	ΡL	21	18	L	46	21	30	4	20	18	14
напряя		AZM	358	239	110	1	306	87	200	224	100	249
labHbIX		PL	55	33	80	33	4	20	84	62	0	27
Оси гл	r .	AZM	135	23	341	110	210	332	335	93	202	98
		PL	27	52	6	26	69	55	4	20	72	61
;	Σ		5,5	5,5	5,6	5,5	5,3	5,0	5,0	4,8	4,0	4.3
h.	KM		20	35	18	7	25	27	10	25	10	30
λ, Ε	o	,	130,70	135,10	126,50	125,40	132,20	122,00	128,90	130,60	124,80	130,50
φ, Ν	0	,	47,80	51,10	54,30	54,40	53,20	54,10	54,00	55,90	55,20	55,90
<u> </u>	,	Ħ	21	29	13	7	29	24	16		21	27
lara	;	×	9	~	9	11	9	11	~	11	~	4
да		ГОД	1963	1970	1972	1973	1975	1976	1977	1977	1978	1979
Ň			-	7	e	4	v	6	٢	~	6	10

Стереограмма механизма												
Тип дислокации			взбросо-сдвиг	взбросо-сдвиг	взброс	пологий надвиг	пологий сброс	сдвиг	сдвиг	сдвиг	взбросо-сдвиг	взброс
		SLIP	139	151	117	37	76-	33	-152	36	49	85
ости	NP2	DP	48	49	34	10	72	58	80	64	60	32
плоско		STK	197	177	79	305	47	325	50	235	168	30
альные		SLIP	50	45	73	98	-68	143	-11	148	139	93
Нода	NP1	DP	61	69	60	84	19	62	62	58	49	58
		STK	317	287	228	178	250	215	315	127	48	216
		AZM	74	48	330	262	306	271	276	0	286	304
сений	P	ΡL	Ĺ	12	14	40	62	ŝ	27	m	9	13
напряя		AZM	340	307	236		49	3	68	267	192	34
labhblX	z	PL	33	40	15	~	~	45	60	46	35	3
Оси гл	_	AZM	175	150	100	96	142	178	180	94	25	136
		ΡL	55	46	70	50	27	45	12	44	54	77
	Σ		4,1	4,8	4,5	5,7	5,2	5,6	6,3	5,2	7,6	5,3
4	KM		15	10	5	13	339	14	511	16	458	547
λ, Ε	c)	131,90	132,60	137,00	126,24	137,07	126,84	132,32	132,53	139,35	139,70
φ, Ν	c)	51,80	53,40	54,40	48,63	45,32	49,08	43,12	52,51	46,64	47,68
		Ħ	10	30	24	28	26	15	11	5	7	18
цата		Σ	3	~	ŝ	7	7	~	7	ŝ	s,	5
Да		Год	1982	1983	1984	1986	1986	1986	1987	1987	1987	1988
Ř			11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

Приложение 2. Каталог механизмов очагов землетрясений региона Приамурье и Приморье 1964–2014 гг.

Стереограмма механизма												
Тип дислокации			сдвиг	взброс	cópoc	пологий надвиг	пологий сброс	взброс	сдвиг	пологий надвиг	пологий сброс	cópoc
		SLIP	32	74	-91	84	-100	67	18	75	-126	-95
ости	NP2	DP	82	62	45	15	10	35	56	78	2	32
н плоск		STK	207	154	271	119	255	353	326	336	176	46
альные		SLIP	170	118	-89	92	-88	106	145	142	-89	-87
Нод	NP1	DP	58	32	45	75	80	58	75	19	88	58
		STK	112	6	92	305	85	200	226	210	32	231
	_	AZM	335	256	92	33	358	279	280	79	303	152
кений	Ч	PL	16	16	89	30	55	12	12	32	47	LT LT
напряя	1	AZM	219	162	272	124	265	12	26	339	212	50
IaBHЫX	Z	PL	57	14	1	1	7	13	52	15	1	3
Оси гл	L	AZM	74	31	5	217	174	149	181	228	121	319
	L	PL	28	69	0	60	35	72	35	54	43	13
;	Ξ		3,3	5,3	3,5	3,3	3,8	6,0	6,2	4,9	4,2	3,5
р.	KM		345	10	10	10	13	506	16	16	16	10
λ, Ε	o		135,70	124,99	124,89	124,92	136,76	139,00	138,92	138,85	138,82	138,89
φ, Ν	o		43,40	54,52	54,56	54,52	54,08	47,50	45,90	46,01	45,95	45,99
	1	Ч	30	23	23	24	ŝ	21	13	14	14	25
цата	;	W	4	7	7	Г	~	4	11	11	11	12
Да		10Д	1989	1989	1989	1989	1989	1990	1990	1990	1990	1990
Ň			21	22	23	24	25	26	27	28	29	30

Стереограмма механизма												
Тип дислокации			пологий надвиг	пологий сброс	сбросо-сдвиг	пологий сброс	пологий сброс	пологий сброс	cópoc	пологий сброс	cópoc	пологий надвиг
		SLIP	84	-148	-125	-100	96-	-148	-102	-87	-95	50
ости	NP2	DP	9	11	47	80	10	11	70	15	63	8
плоско		STK	117	109	293	51	237	52	91	317	295	198
альные		SLIP	91	-80	-59	-46	-89	-81	-60	-91	-81	95
Нод	NP1	DP	84	84	54	15	80	84	23	75	28	84
		STK	303	347	159	276	63	290	303	134	126	59
		AZM	32	268	129	308	334	210	342	43	194	144
кений		ΡL	39	50	65	54	55	50	63	60	72	39
напрял	7	AZM	123	166	319	53	243	109	95	134	298	238
павных		ΡL	1	6	25	10	-	6	11	1	4	5
Оси г.	Г	AZM	214	69	227	150	152	11	190	224	29	334
		ΡL	51	38	4	34	35	38	24	30	18	51
;	Σ		4,3	4,2	4,0	4,0	3,9	4,0	3,9	4,2	3,8	4,0
4	KM		10	10	12	11	11	7	7	8	5	12
λ, Е	c	,	125,27	129,45	132,46	138,65	139,17	123,33	137,26	131,03	123,84	136,47
φ, Ν	c)	54,58	48,10	51,77	46,00	52,70	55,18	52,82	54,13	55,34	54,86
	1	Ħ	19	6	28	6	28	6	16	21	25	12
дата		Z	5	6	9	∞	12	7	7	7	7	9
Щ		Год	1991	1991	1991	1991	1991	1992	1992	1992	1993	1993
Š			31	32	33	34	35	36	37	38	39	40

Приложение 2. Каталог механизмов очагов землетрясений региона Приамурье и Приморье 1964–2014 гг.

Стереограмма механизма												
Тип дислокации			пологий сброс	пологий сброс	взброс	пологий надвиг	пологий надвиг	сдвиг	cópoc	пологий надвиг	пологий сброс	пологий сброс
		SLIP	-135	-146	70	76	06	-168	79-	45	152	-96
ости	NP2	DP	8	11	77	11	9	61	63	8	4	6
е плоск		STK	236	332	185	135	132	123	120	291	96	77
альны		SLIP	-84	-81	146	93	90	-30	-77	96	-87	-89
Нод	NP1	DP	84	84	23	80	84	80	28	84	88	84
		STK	103	210	63	330	312	27	314	156	339	263
		AZM	20	130	291	57	42	342	15	241	252	174
кений		PL	51	50	29	35	39	28	71	39	47	51
напряя		AZM	282	29	190	149	132	190	123	336	158	83
IaBHЫX	Z	PL	9	6	19	3	0	59	6	9	3	1
Оси гл		AZM	188	291	71	243	222	79	215	73	65	352
		PL	39	38	54	55	51	13	18	51	43	39
;	Σ		3,9	5,0	4,8	4,1	4,7	4,7	4,7	4,6	6,8	4,2
р.	KM		5	12	570	7	12	565	7	10	495	7
λ, Ε	o		122,20	130,46	131,16	131,53	135,17	130,86	133,45	129,92	133,16	133,90
φ, Ν	o		55,23	47,68	42,77	50,57	54,48	43,30	51,59	48,92	42,22	50,17
	,	Д	20		7	26	28	∞	5	4	21	24
цата	;	M	9	10	11	1	1	5	5	9	٢	~
Ĕ		Д0.1	1993	1993	1993	1994	1994	1994	1994	1994	1994	1994
ş			41	42	43	44	45	46	47	48	49	50

Стереограмма механизма												
Тип дислокации			пологий надвиг	взбросо-сдвиг	пологий сброс	сдвиг	взбросо-сдвиг	сбросо-сдвиг	сдвиг	пологий надвиг	пологий сброс	пологий сброс
		SLIP	58	36	-174	-152	51	-119	-144	45	66-	-96
ости	NP2	DP	12	43	16	77	79	76	89	8	78	6
плоско		STK	175	349	350	73	164	93	77	238	234	317
альные		SLIP	96	127	-74	-15	163	-27	-	96	-55	-89
Нода	NP1	DP	80	67	88	62	41	32	54	84	15	84
		STK	27	231	254	336	61	340	346	103	06	143
		AZM	112	295	180	298	283	331	308	188	133	54
кений		PL	34	14	44	29	24	50	26	39	56	51
напряя		AZM	206	34	74	95	172	101	79	282	235	323
IabhbiX	Z	ΡL	6	33	16	59	39	28	54	9	8	1
Оси гл		AZM	305	186	329	202	36	206	206	20	331	232
		PL	55	53	41	10	42	25	24	51	33	39
;	Μ		4,4	6,3	3,9	3,3	5,6	5,3	5,2	4,6	4,7	4,1
p.	KM		325	350	6	360	557	354	410	9	15	6
λ, Е	c)	137,60	137,49	135,45	135,55	131,39	135,71	136,14	123,92	131,47	131,97
φ, Ν	c)	44,80	44,73	50,90	43,44	42,80	43,49	46,25	55,12	48,88	53,93
		Д	19	30	6	4	6	30	-1	10	24	14
цата		M	6	n	11	5	7	8	10	11	7	8
F F		Год	1994	1995	1996	1997	1997	1997	1997	1997	1998	1998
Ň			51	52	53	54	55	56	57	58	59	09

Приложение 2. Каталог механизмов очагов землетрясений региона Приамурье и Приморье 1964–2014 гг.

Стереограмма механизма												
Тип дислокации			сбросо-сдвиг	пологий надвиг	взброс	пологий сброс	сбросо-сдвиг	сдвиг	copoc	пологий сброс	пологий сброс	взброс
		SLIP	-159	82	77	-122	-142	-168	-89	-148	-121	06
ости	NP2	DP	46	77	24	7	48	60	62	11	17	45
плоск		STK	118	358	6	291	287	75	334	358	360	248
альные		SLIP	-46	121	96	-86	-48	-31	-92	-81	-81	06
Нод	NP1	DP	75	15	67	84	62	80	28	84	75	45
		STK	14	210	203	143	169	339	152	236	212	67
		AZM	325	94	289	57	130	292	247	157	135	337
кений	Д	ΡL	42	32	21	51	53	29	73	50	59	0
напряя		AZM	180	360	21	323	327	142	154	55	30	67
IaBHЫX	Z	ΡL	42	7	5	4	36	58	1	6	6	0
Оси гл		AZM	73	258	124	230	231	30	63	318	295	246
		ΡL	18	57	68	39	8	13	17	38	30	06
2	Σ		5,5	4,0	7,6	4,7	4,6	6,3	4,1	3,8	4,2	4,6
h,	KM		356	14	572	8	28	529	353	8	13	20
λ, Ε	0		136,91	133,31	130,60	124,53	128,49	131,87	135,83	132,71	129,93	133,01
φ, Ν	0		45,60	48,56	43,60	55,53	48,50	42,92	43,58	51,86	48,95	55,41
	;	7	20	11	~	25	13	13	19	4	14	8
цата	;	Z	8	11	4	4	~	5	3	4	5	4
7	t C	10Д	1998	1998	1999	1999	1999	2000	2000	2000	2000	2001
Ň			61	62	63	64	65	66	67	68	69	70

Стереограмма механизма												
Тип дислокации			пологий сброс	взбросо-сдвиг	взбросо-сдвиг	пологий надвиг	пологий надвиг	сдвиг	пологий сброс	взбросо-сдвиг	сдвиг	пологий надвиг
		SLIP	-91	15	25	87	67	-156	-160	59	-174	72
ости	NP2	DP	19	45	25	71	11	76	18	62	75	85
плоско		STK	243	350	270	193	189	262	145	177	61	208
альные		SLIP	06-	135	113	100	94	-15	-73	134	-16	165
Нод	NP1	DP	71	80	80	19	80	67	84	41	84	19
		STK	65	250	156	23	32	166	36	48	330	103
		AZM	335	307	228	285	118	126	324	288	285	314
кений		PL	64	22	31	26	35	27	48	12	15	37
напряя		AZM	244	60	332	194	211	290	215	192	129	209
Iabhbix		PL	0	44	22	б	4	63	17	27	73	18
Оси гл	L	AZM	154	199	91	97	307	33	111	40	16	66
		ΡL	26	39	50	64	55	7	37	09	7	47
;	Σ		4,1	6,5	6,0	6,5	4,5	4,4	5,3	7,5	7,1	5,7
	KM		6	358	571	582	20	360	338	476	490	326
λ, Ε	0		135,05	136,85	130,87	130,28	124,68	135,26	136,09	139,27	132,56	136,58
φ, Ν	0		54,96	45,42	43,78	44,75	51,05	43,38	43,22	47,05	43,42	43,16
	;	Ч	20	-1	28	15	~	5	14	27	31	20
цата	;	M	9	7	9	6	12	3	5	Г	~	5
F.	1	П0Д	2001	2002	2002	2002	2002	2003	2003	2003	2003	2004
Š			71	72	73	74	75	76	77	78	79	80

Приложение 2. Каталог механизмов очагов землетрясений региона Приамурье и Приморье 1964–2014 гг.

Стереограмма механизма												
Тип дислокации			сбросо-сдвиг	взбросо-сдвиг	пологий сброс	cépoc	взбросо-сдвиг	пологий сброс	пологий надвиг	copoc	взбросо-сдвиг	cépoc
		SLIP	-121	39	-135	-119	37	-96	90	06-	159	-102
ости	NP2	DP	56	39	8	43	33	6	70	60	46	36
плоско		STK	86	145	171	129	11	317	190	74	91	97
альные		SLIP	52	122	84	66	118	89	06	-90	46	-81
Нод	NP1	DP	45	67	84	54	71	84	20	30	75	55
		STK	314	23	36	346	249	143	10	254	196	291
		AZM	300	06	313	314	319	54	280	344	317	231
сений	Ч	PL	64	16	51	70	21	51	25	75	18	78
напряя		AZM	105	189	216	152	60	323	10	74	210	106
IabHbIX	z	PL	26	29	6	19	26	1	0	0	42	٢
Оси гл		AZM	198	335	121	60	194	232	100	164	64	15
		PL	9	56	39	9	55	39	65	15	42	10
;	Σ		4,9	4,9	4,9	3,9	4,5	4,7	6,5	4,4	4,0	4,5
h.	KM		308	547	351	347	335	20	445	323	563	437
λ, Ε	0		137,13	131,03	135,40	135,41	137,16	136,91	133,63	137,45	130,85	133,97
φ, Ν	0		43,99	43,43	43,42	44,81	45,40	51,14	43,28	45,02	44,07	42,11
	t	Д	7	15	14	3	6	12	6	29	5	4
цата	;	W	~	8	4	$\tilde{\omega}$	10	1	3	4	10	12
Ц		1.0Д	2004	2004	2005	2006	2006	2007	2007	2007	2007	2007
Ν₀			81	82	83	84	85	86	87	88	89	90

ереограмма еханизма												
U U U												
Тип дислокации			сдвиг	сдвиг	сдвиг	взброс	взбросо-сдвиг	взбросо-сдвиг	сдвиг	взбросо-сдвиг	сдвиг	сбросо-сдвиг
		SLIP	-154	167	171	97	170	130	-147	180	-147	-143
ости	NP2	DP	58	57	72	50	46	82	71	30	66	54
с плоск		STK	7	27	30	19	94	187	71	81	78	80
альные		SLIP	-35	33	18	82	45	12	-23	60	-28	-43
ЦоН	NP1	DP	68	62	82	40	83	41	56	06	61	61
		STK	263	124	120	189	191	285	328	171	334	326
		AZM	222	251	253	105	314	246	295	288	298	290
кений		ΡL	39	14	7	S	24	26	38	32	40	50
напряя	Z	AZM	55	141	144	195	198	0	95	171	111	117
IaBHЫX		ΡL	50	55	70	S	45	40	50	30	50	40
Оси гл		AZM	317	350	345	330	62	133	197	55	205	24
		ΡL	9	31	19	83	35	39	10	38	3	4
;	Μ		4,4	6,3	5,4	5,2	4,9	5,1	4,5	4,9	3,9	4,9
p.	KM		435	518	16	319	558	422	526	564	341	475
λ, Ε	c	,	133,73	132,09	127,99	137,51	131,45	134,32	131,75	130,62	135,74	133,23
φ, Ν	c		43,12	42,55	54,00	45,00	41,98	43,27	42,88	42,82	43,72	42,42
		4	6	19	17	29	22	13	9	18	26	16
цата		Z	4	s	9	9	10	ю	4	4	s	7
		101	2008	2008	2008	2008	2008	2009	2009	2009	2009	2009
Å			91	92	93	94	95	96	97	98	66	100

Приложение 2. Каталог механизмов очагов землетрясений региона Приамурье и Приморье 1964–2014 гг.

Стереограмма механизма									C L d		
Тип дислокации			сдвиг	сдвиг	сдвиг	взбросо-сдвиг	взбросо-сдвиг	взбросо-сдвиг	сдвиг	взброс	сдвиг
		SLIP	170	152	173	163	163	149	174	122	155
ости	NP2	DP	56	80	71	32	31	48	89	69	LL
нлоско		STK	94	218	102	73	73	91	186	205	Г
альные		SLIP	34	11	19	60	60	46	1	36	14
Нод	NP1	DP	82	62	83	81	81	68	84	38	66
		STK	190	313	194	177	177	202	276	325	103
	_	AZM	317	268	326	292	292	322	231	271	56
кений		ΡL	17	12	8	30	30	11	4	17	8
напрял	7	AZM	202	20	213	183	183	223	0	30	162
IaBHЫX	Z	ΡL	55	60	70	30	30	40	84	12	62
Оси гл	_	AZM	57	172	59	57	57	65	141	156	322
		ΡL	30	27	18	45	45	48	5	54	27
;	Σ		4,9	5,1	6,5	7,3	4,0	4,5	6,2	6,4	4,4
h,	KM		567	306	382	578	578	555	18	504	14
λ, Ε	o	,	130,80	137,08	135,17	130,74	130,80	131,19	123,81	139,30	133,66
φ, Ν	o)	43,51	44,40	42,04	42,65	42,59	43,09	54,10	47,26	44,90
	1	Д	10	15	24	18	21	7	14	29	12
дата	;	M	8	11	12	7	5	-1	10	7	4
		Год	2009	2009	2009	2010	2010	2011	2011	2012	2014
Š			101	102	103	104	105	106	107	108	109

Научное издание

Дмитрий Александрович Сафонов Татьяна Васильевна Нагорных Наталья Семеновна Коваленко

СЕЙСМИЧНОСТЬ РЕГИОНА ПРИАМУРЬЕ И ПРИМОРЬЕ

Электронная верстка, дизайн обложки А.В. Леоненкова Редактор А.С. Прытков Корректор И.П. Кремнева

> Отпечатано с оригинал-макета, подготовленного в Институте морской геологии и геофизики ДВО РАН

> > Подписано в печать 14.03.2019 г. Усл. печ. лист. 15,8. Уч.-изд. лист. 10,9. Формат 60×84/8. Бумага «IQ Allround». Тираж 100 экз. Заказ №7906. Печать цифровая.

ФГБУН Институт морской геологии и геофизики Дальневосточного отделения РАН 693022, г. Южно-Сахалинск. ул. Науки, 1Б. Офсетный цех