

СЕЙСМИЧНОСТЬ ТЕРРИТОРИИ РОССИИ¹

В.И.Уломов

Институт физики Земли им. О.Ю.Шмидта РАН, ulomov@ifz.ru

АННОТАЦИЯ

Территория Российской Федерации, по сравнению с другими странами мира, расположенными в сейсмоактивных регионах, в целом характеризуется умеренной сейсмичностью. Исключения составляют Северный Кавказ, юг Сибири и Дальний Восток, где интенсивность сейсмического эффекта достигает 8-9, 9-10 баллов и более по макросейсмической шкале MSK-64. Определенную угрозу представляют и 6-7-балльные зоны в густозаселенной европейской части России. Сейсмичность страны рассматривается по основным генетически единым регионам, изученность которых основана как на инструментальных, так и на исторических и геологических сведениях о землетрясениях. Более или менее сопоставимы и надежны результаты наблюдений, выполненные начиная с XIX века. В конце прошедшего столетия, в 1991-1997 гг., в Институте физики Земли им. О.Ю.Шмидта Российской академии наук выполнены фундаментальные исследования по общему сейсмическому районированию обширной территории Северной Евразии и созданию комплекта карт ОСР-97. Новая методология и результаты работ по ОСР-97 вошли составной частью в карту глобальной сейсмической опасности, разработанную мировым сообществом в 1992-1999 гг. Комплект карт ОСР-97 для территории Российской Федерации в 2000 г. включён в состав нормативных документов по проектированию и сейсмостойкому строительству в стране.

ВВЕДЕНИЕ

Характерной чертой глобальной сейсмичности является ярко выраженная упорядоченность сейсмоактивных регионов по своим размерам и местоположению, обусловленная сейсмогеодинамическим взаимодействием литосферных плит. Наиболее активны конвергентные (сходящиеся) границы плит, представленные дугообразными структурами по периферии океанов (зоны субдукции), а также их реликтами на континентах, сохранившими в той или иной мере свою геодинамическую подвижность.

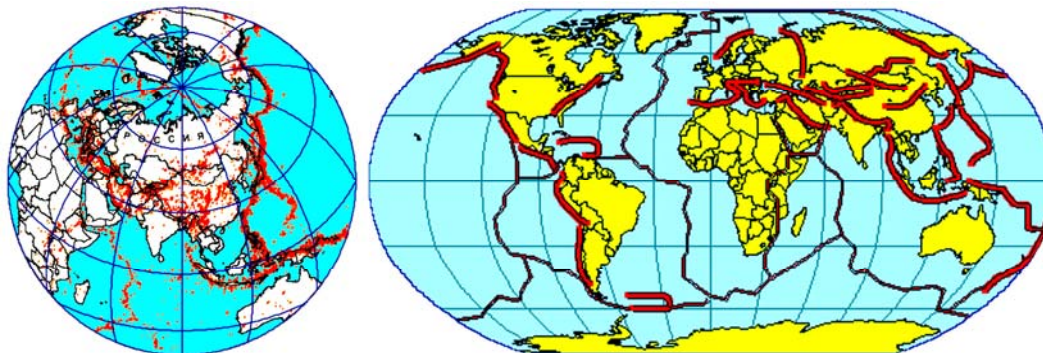


Рис. 1. Сейсмичность восточного полушария и сейсмоактивные регионы Земли. Красные точки (слева) – эпицентры землетрясений, красные линии (справа) – оси основных сейсмоактивных регионов.

Среднестатистическая протяженность каждого из конвергентных регионов мира составляет около 3000 км (рис. 1). Размеры регионов, их пространственное распределение и особенности геодинамики имеют самое непосредственное отношение к величине максимальных возможных в их пределах сейсмических явлений. Каждый из таких регионов характеризуется свойственной ему внутренней структурой и частотой возникновения землетрясений разных магнитуд. Поэтому при разработке сейсмогеодинамических моделей зон возникновения сейсмических очагов именно регионы должны приниматься за исходную сейсмогенерирующую структурную единицу, отражающую явление своеобразного «сейсмогеоценоза». Такая концепция была положена в основу при

¹ Уломов В.И. Сейсмичность территории России // "Изменение окружающей среды и климата. Природные и связанные с ними техногенные катастрофы. Монография в 8 томах (Ред. акад. Н.П.Лаверов, коллектив авторов) .Том 1 "Сейсмические процессы и катастрофы" (Отв. ред. акад. А.О.Глико): М.: ИФЗ РАН. 2008, 404 стр. илл. С. 13-18

создании комплекта новых карт общего сейсмического районирования Северной Евразии - ОСР-97 [Уломов, 1993, 1999; Уломов, Шумилина, 1999].

Северная Евразия, охватывающая территорию России и сопредельных с нею стран, с геологической точки зрения, включает в себя четыре крупные платформы разного возраста – Восточно-Европейскую, Западно-Сибирскую, Скифско-Туранскую и Сибирскую, имеющие примерно одинаковые размеры и характеризующиеся относительно слабой сейсмичностью. Сходны по размерам и орогенические структуры, которым свойственна чрезвычайно высокая сейсмическая активность. Это – Иран–Кавказ–Анатолийский, Центрально-Азиатский, Алтай–Саяно–Байкальский, Курило–Камчатский и другие регионы.

Территория Российской Федерации, по сравнению с другими странами мира, расположенными в сейсмоактивных регионах, в целом характеризуется умеренной сейсмичностью. Исключение составляют регионы Северного Кавказа, юга Сибири и Дальнего Востока, где интенсивность сейсмических сотрясений достигает 8–9, 9–10 баллов и более по макросейсмической шкале MSK-64. Определенную угрозу представляют и 6–7-балльные зоны в густозаселенной европейской части страны.

ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ

Первые сведения о сильных землетрясениях на территории России можно обнаружить в исторических документах XVII–XVIII веков. Планомерные же исследования географии и природы землетрясений были начаты в конце XIX – начале XX веков. Они связаны с именами И.В. Мушкетова и А.Н. Орлова, составивших в 1893 г. первый каталог землетрясений на территории страны и показавших, что сейсмичность и горообразующие процессы имеют одну и ту же геодинамическую природу.

С работ академика князя Б.Б. Голицына, заложившего в 1902 г. основы отечественной сейсмологии и мировой сейсмометрии, началась новая эра в изучении природы и причин землетрясений. Благодаря открытию первых сейсмических станций в Пулкове, Баку, Иркутске, Макеевке, Ташкенте и Тифлисе (ныне Тбилиси), впервые стала поступать достоверная информация о сейсмических явлениях на территории Российской Империи. Современный сейсмический мониторинг территории России и сопредельных регионов осуществляет Геофизическая служба Российской академии наук (ГС РАН), созданная в 1994 г. и объединившая свыше 300 сейсмостанций страны [Сейсмичность..., 1993/1995; Уломов, 1999, 2004; Ulomov, 1999; Развитие..., 2003].

В сейсмическом отношении территория России принадлежит Северной Евразии, сейсмичность которой обусловлена интенсивным геодинамическим взаимодействием нескольких крупных литосферных плит – Евразийской, Африканской, Аравийской, Индо-Австралийской, Китайской, Тихоокеанской, Северо-Американской и Охотоморской (рис. 2) [Уломов, 2007]. Наиболее подвижны и, следовательно, активны границы плит, где формируются крупные сейсмогенерирующие орогенические пояса: Альпийско-Гималайский – на юго-западе, Трансазиатский – на юге, пояс Черского – на северо-востоке и Тихоокеанский пояс – на востоке Северной Евразии. Каждый из поясов неоднороден по строению, прочностным свойствам, сейсмогеодинамике и состоит из своеобразно структурированных сейсмоактивных регионов. В европейской части России высокой сейсмичностью характеризуется Северный Кавказ, в Сибири – Алтай, Саяны, Байкал и Забайкалье, на Дальнем Востоке – Курило-Камчатский регион и о. Сахалин. Менее активны в сейсмическом отношении Верхояно-Колымский регион, районы Приамурья, Приморья, Корякии и Чукотки, хотя и здесь возникают достаточно сильные землетрясения. Относительно невысокая сейсмичность наблюдается на равнинах Восточно-Европейской, Скифской, Западно-Сибирской и Восточно-Сибирской платформ.

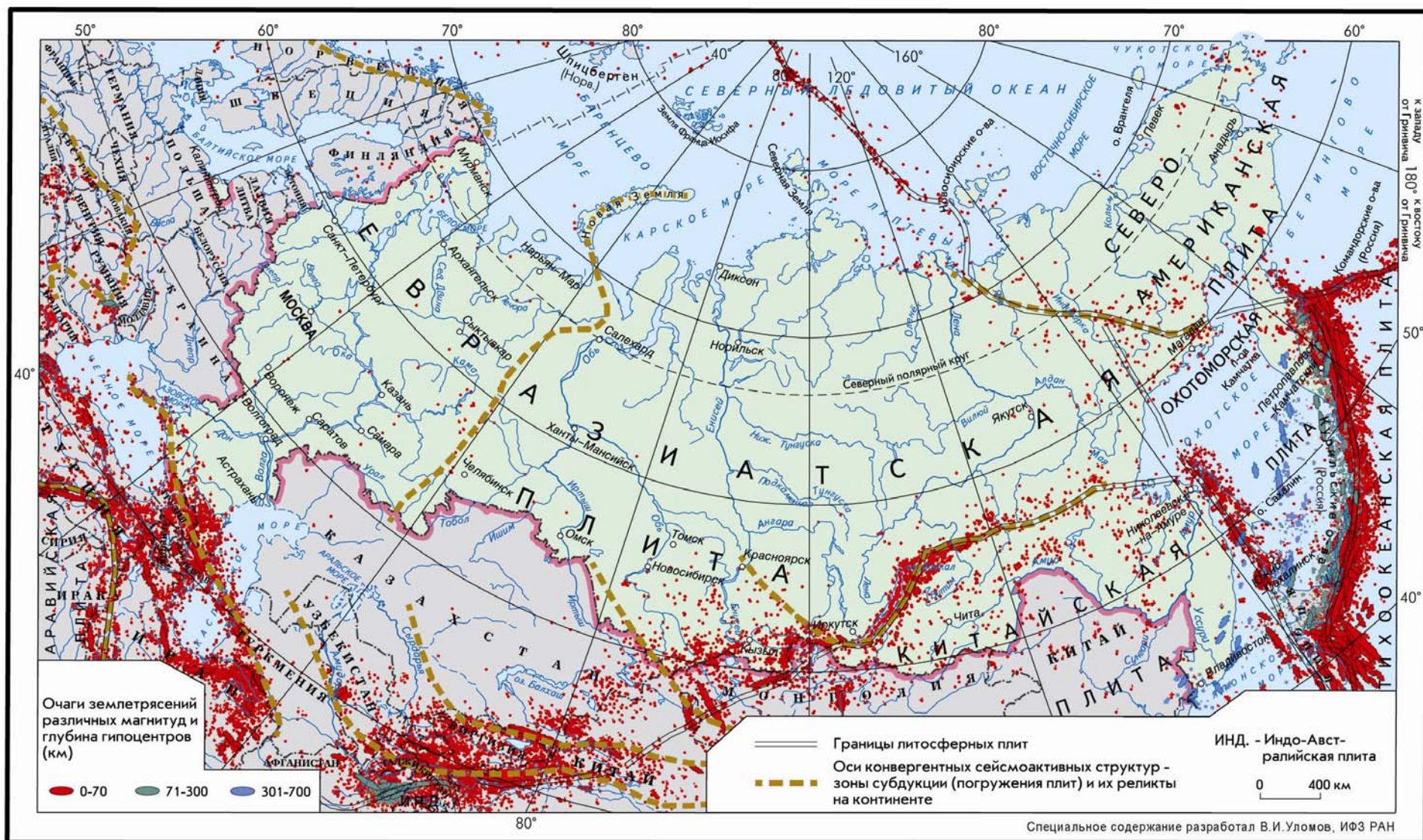


Рис. 2. Сейсмичность территории России и сопредельных регионов.

Наряду с местной сейсмичностью на территории России ощущаются также сильные землетрясения сопредельных зарубежных регионов (Восточные Карпаты, Крым, Кавказ, Скандинавия, Центральная Азия, Монголия, Китай, Япония).

Характерной особенностью всех сейсмоактивных регионов является примерно одинаковая их протяженность (около 3000 км), обусловленная размерами древних и современных зон субдукции (погружение океанической литосферы в верхнюю мантию Земли), расположенных по периферии океанов, и их орогенических реликтов на континентах. Преобладающее число очагов землетрясений сосредоточено в верхней части земной коры на глубинах до 15–20 км. Самыми глубокими (до 650 км) очагами характеризуется Курило-Камчатская зона субдукции. Землетрясения с промежуточной глубиной залегания очагов (70 – 300 км) действуют в Восточных Карпатах (Румыния, зона Вранча, глубина до 180 км), в Центральной Азии (Афганистан, зона Гиндукуша, глубина до 300 км), а также под Большим Кавказом и в центральной части Каспийского моря (до 100 км и глубже). Наиболее сильные из них ощущаются на территории России. Каждому региону свойственны определенная периодичность возникновения землетрясений (сейсмический режим) и миграция сейсмической активизации вдоль зон разломов. Размеры (протяженность) очагов обуславливают величину магнитуды землетрясений (M , по Ч. Рихтеру). Длина разрыва пород в очагах землетрясений с $M = 7.0$ и выше достигает десятков и сотен километров. Амплитуда смещений земной поверхности измеряется метрами.

Сейсмичность территории России удобно рассматривать по регионам, расположенным в трех основных секторах – в европейской части страны, Сибири и на Дальнем Востоке. В такой же последовательности представлена и степень изученности сейсмичности этих территорий, основанная не только на инструментальных, но и на исторических и геологических сведениях о землетрясениях. Более или менее сопоставимы и надежны результаты наблюдений, выполненные начиная с XIX века, что получило отражение в приведенном ниже изложении.

Европейская часть России. *Северный Кавказ*, будучи составной частью протяженной Крым–Кавказ–Копетдагской зоны Иран–Кавказ–Анатолийского сейсмоактивного региона, характеризуется самой высокой сейсмичностью в европейской части страны. Здесь известны землетрясения с магнитудой около $M=7.0$ и сейсмическим эффектом в эпицентральной области интенсивностью $I_0 = 9$ баллов и выше. Наиболее активна восточная часть Северного Кавказа – территории Дагестана, Чечни, Ингушетии и Северной Осетии. Из крупных сейсмических событий в Дагестане – землетрясения 1830 г. ($M=6.3$, $I_0=8-9$ баллов) и 1971 г. ($M=6.6$, $I_0=8-9$ баллов); на территории Чечни – землетрясение 1976 г. ($M=6.2$, $I_0=8-9$ баллов). В западной части, вблизи границы России, произошли Тебердинское (1902 г., $M=6.4$, $I_0=7-8$ баллов) и Чхалтинское (1963 г., $M=6.2$, $I_0=9$ баллов) землетрясения. Самые крупные из известных землетрясений Кавказа, ощущавшихся на территории России интенсивностью до 5–6 баллов, произошли в Азербайджане в 1902 г. (Шемаха, $M=6.9$, $I_0=8-9$ баллов), в Армении в 1988 г. (Спитак, $M=7.0$, $I_0=9-10$ баллов), в Грузии в 1991 г. (Рача-Джава, $M=6.9$, $I_0=8-9$ баллов) и в 1992 г. (Барисахо, $M=6.3$, $I_0=8-9$ баллов). На Скифской плите местная сейсмичность связана со Ставропольским поднятием, частично захватывающим Адыгею, Ставропольский и Краснодарский края. Магнитуды известных здесь землетрясений пока не достигали $M=6.5$. В 1879 г. произошло сильное Нижнекубанское землетрясение ($M=6.0$, $I_0=7-8$ баллов). Имеются исторические сведения о катастрофическом Понтикапейском землетрясении (63 г. до н. э.), разрушившем ряд городов по обе стороны Керченского пролива. Многочисленные сильные и ощутимые землетрясения отмечены в районе Анапы, Новороссийска, Сочи и на других участках Черноморского побережья, а также в акватории Черного и Каспийского морей.

Восточно-Европейская равнина и Урал характеризуются относительно слабой сейсмичностью и редко возникающими здесь местными землетрясениями с магнитудой $M \leq 5.5$ и интенсивностью до $I_0 = 6-7$ баллов. Такие явления известны в районе городов Альметьевск (1914 г., 1986 г.), Елабуга (1851 г., 1989 г.), Вятка (1897 г.), Сыктывкар (1939 г.), Верхний Устюг (1829 г.). Не менее сильные землетрясения возникают на Среднем Урале, в Предуралье, Поволжье, в районе Азовского моря и Воронежской области. На Кольском полуострове и сопредельной с ним территории отмечены и более крупные сейсмические события (Белое море, Кандалакша, 1626 г., $M = 6.3$, $I_0 = 8$ баллов). В 2004 г. произошло несколько местных землетрясений в западной части Калининградской области. Их очаговая область располагалась в Гданьском заливе на глубине около 10 км. Максимальное из этих землетрясений ($M \sim 4.8$, $I_0 \sim 5-6$ баллов) ощущалось в прилегающих районах Белоруссии и Прибалтийских государств, в северных районах Польши и на юге Финляндии. Из-за чрезвычайно неблагоприятных грунтовых условий в районе г. Светлогорска, даже при 4-5-балльных сотрясениях, сползла насыпь под железнодорожным полотном. Незначительные сейсмические колебания оказались в данном случае «последней каплей», спровоцировавшей оползень, который, не случись этого землетрясения, рано или поздно возник бы и от критических сотрясений, создаваемых проходящими поездами. С определенной иронией можно говорить, что Калининградское землетрясение «предотвратило» железнодорожную катастрофу... Предыдущее из известных землетрясений в Калининграде (тогда Кёнигсберг) было зафиксировано в 1904 г. и оценивалось в 4-5 баллов.

Слабые сейсмические явления (с $M \leq 5.0$, $I_0 = 5-6$ баллов и менее) возможны практически повсеместно. На северо-западе России ощущаются землетрясения Скандинавии (Норвегия, 1817 г.), на юге – сильные землетрясения на восточном побережье Каспийского моря (Туркмения, 1895 г., 2000 г.), Кавказа (Спитак, Армения, 1988 г.), Крыма (Ялта, 1927 г.). На обширной площади, в том числе в Москве и Санкт-Петербурге, неоднократно наблюдались сейсмические колебания интенсивностью до 3-4 баллов от заглубленных очагов крупных землетрясений в Восточных Карпатах (Румыния, зона Вранча, 1802, 1940, 1977, 1986, 1990 гг.). Нередко сейсмическая активность усугубляется техногенным воздействием на литосферную оболочку Земли (добыча нефти, газа и других полезных ископаемых, закачка флюидов в разломы и т.п.). Такие, «индуцированные», землетрясения регистрируются в Татарстане, Пермской области и в других регионах страны.

Сибирь. *Алтай*, включая его монгольскую часть, и *Саяны* – один из наиболее сейсмоактивных внутриконтинентальных регионов мира. На территории России достаточно сильными местными землетрясениями характеризуется Восточный Саян, где известны землетрясения с $M \approx 7.0$ и $I_0 \approx 9$ баллов (1800 г., 1829 г., 1839 г., 1950 г.) и обнаружены древние геологические следы (палеосейсмодислокации) таких и более крупных сейсмических событий. В Алтае самое крупное из последних землетрясений произошло 27 сентября 2003 г. в высокогорном Кош-Агачском районе ($M = 7.5$, $I_0 = 9-10$ баллов). Вскрывшийся разлом земной коры протянулся на десятки километров (фото на рис. 3). Менее значительные по магнитуде ($M = 6.0-6.6$, $I_0 = 8-9$ баллов) землетрясения происходили в российском Алтае и Западном Саяне и ранее. Крупнейшие сейсмические катастрофы в начале прошлого века имели место в Монгольском Алтае. К их числу относятся Хангайские землетрясения 9 и 23 июля 1905 г. Первое из них, по определению американских сейсмологов Б. Гутенберга и Ч. Рихтера, имело магнитуду $M = 8.4$, а сейсмический эффект в эпицентральной области составил $I_0 = 11-12$ баллов. Магнитуда и сейсмический эффект второго землетрясения, по их же оценкам, близки к предельным величинам магнитуд и сейсмического эффекта – $M = 8.7$, $I_0 = 12$ баллов. Оба землетрясения ощущались на огромной территории Российской Империи, на расстояниях до 2000 км от эпицентра. В Иркутской, Томской, Енисейской губерниях и по всему Забайкалью

интенсивность сотрясений достигала 6–7 баллов. Другими сильными землетрясениями на сопредельной с Россией территории Монголии были Монголо-Алтайское (1931 г., $M=8.0$, $I_0=10$ баллов), Гоби-Алтайское (1957 г., $M=8.2$, $I_0=11$ баллов) и Моготское (1967 г., $M=7.8$, $I_0=10-11$ баллов).



Рис. 3. Макросейсмические последствия Горно-Алтайского землетрясения 2003 г. На фото профессор В.С.Имаев, один из основных исполнителей работ по ОСП-97 (Институт земной коры, Иркутск).

Байкальская рифтовая зона – уникальный сейсмогеодинамический регион мира. Впадина озера представлена тремя сейсмоактивными котловинами – южной, средней и северной. Аналогичная зональность свойственна и проявлению сейсмичности восточнее озера, вплоть до р. Олекмы. Восточнее Олекмо-Становая сейсмоактивная зона трассирует границу между Евразийской и Китайской литосферными плитами (некоторые исследователи выделяют еще промежуточную, меньшую по площади, Амурскую плиту). На стыке Байкальской зоны и Восточного Саяна сохранились следы древних землетрясений с $M=7.7$ и выше ($I_0=10-11$ баллов). В 1862 г. при землетрясении $I_0=10$ баллов в северной части дельты Селенги ушел под воду участок суши площадью 200 км² с шестью улусами, в которых проживало 1300 чел., и образовался залив Провал. Среди относительно недавних крупных землетрясений – Мондинское (1950 г., $M=7.1$,

$I_0=9$ баллов), Муйское (1957 г., $M=7.7$, $I_0=10$ баллов) и Среднебайкальское (1959 г., $M=6.9$, $I_0=9$ баллов). В результате последнего дно в средней котловине озера опустилось на 15–20 м.

Верхояно-Колымский регион принадлежит поясу Черского, протягивающемуся в юго-восточном направлении от устья р. Лены к побережью Охотского моря, Северной Камчатке и Командорским островам. Самые сильные из известных в Якутии землетрясений – два Булунские (1927 г., $M=6.8$ и $I_0=9$ баллов каждое) в низовьях р. Лены и Артыкское (1971 г., $M=7.1$, $I_0=9$ баллов) – у границы Якутии с Магаданской областью. Менее значительные сейсмические события с магнитудой до $M=5.5$ и интенсивностью $I_0 \leq 7$ баллов наблюдались на территории Западно-Сибирской платформы.

Арктическая рифтовая зона является северо-западным продолжением сейсмоактивной структуры Верхояно-Колымского региона, уходящей узкой полосой в Северный Ледовитый океан и соединяющейся на западе с аналогичной рифтовой зоной Срединно-Атлантического хребта. На шельфе моря Лаптевых в 1909 г. и 1964 г. произошли два землетрясения с магнитудой $M=6.8$.

Дальний Восток. *Курило-Камчатская зона* является классическим примером субдукции Тихоокеанской литосферной плиты под материк. Она протягивается вдоль восточного побережья Камчатки, Курильских островов и о-ва Хоккайдо. Здесь возникают самые крупные в Северной Евразии землетрясения с $M \geq 8.0$ и сейсмическим эффектом $I_0 \geq 10$ баллов. Структура зоны четко прослеживается по расположению очагов в плане и на глубине (см. рис. 2). Протяженность ее вдоль дуги примерно 2500 км, по глубине – свыше 650 км, толщина – около 70 км, угол наклона к горизонту – до 50° . Сейсмический эффект на земной поверхности от глубоких очагов относительно невысок. Определенную сейсмическую опасность представляют землетрясения, связанные с деятельностью Камчатских вулканов (1827 г., при извержении Авачинского вулкана интенсивность сотрясений достигала в Петропавловске-Камчатском 6–7 баллов). Самые сильные ($M=8.0-8.5$, $I_0=10-11$ баллов) землетрясения возникают на глубине до 80 км в сравнительно узкой полосе между океаническим желобом, Камчаткой и Курильскими островами (1737, 1780, 1792, 1841, 1918, 1923, 1952, 1958, 1963, 1969, 1994, 1997, 2006, 2007 гг. и др.). Большинство из них сопровождалось мощными цунами высотой 10–15 м и более. Наиболее изучены Шикотанское (1994 г., $M=8.0$, $I_0=9-10$ баллов) и Кроноцкое (1997 г., $M=7.9$, $I_0=9-10$ баллов) землетрясения, возникшие у Южных Курил и восточного побережья Камчатки. Шикотанское землетрясение сопровождалось волной цунами высотой до 10 м, сильными афтершоками и большими разрушениями на о-вах Шикотан, Итуруп и Кунашир. Погибли 12 человек, причинен огромный материальный ущерб. 1 Самое крупное ($M=8.3$, $I_0=10-11$ баллов) землетрясение возникло 5 ноября 2006 г. в центральной части Курильской гряды в северной части Симушир-Урупского района Курило-Охотского региона. В той же очаговой области 13 января 2007 г. возникло ещё одно сильнейшее землетрясение ($M=8.2$).

Сахалин представляет собой северное продолжение Сахалино-Японской островной дуги и трассирует границу Охотоморской и Евразийской плит. До катастрофического Нефтегорского землетрясения (1995 г., $M=7.5$, $I_0=9-10$ баллов) сейсмичность острова представлялась умеренной и до создания в 1991–1997 гг. нового комплекта карт общего сейсмического районирования территории России (ОСР-97, см. рис. 3) здесь ожидалась лишь землетрясения интенсивностью до $I_0=6-7$ баллов. Нефтегорское землетрясение было самым разрушительным из известных за все время на территории Российской Федерации. Погибло около 2000 чел. В результате разрушен и полностью ликвидирован пос. Нефтегорск. Можно полагать, что техногенные факторы (бесконтрольная откачка нефтепродуктов) сыграли роль спускового механизма для накопившихся к этому моменту упругих геодинамических напряжений в регионе. Монеронское землетрясение (1971 г., $M=7.5$), произошедшее на шельфе в 40 км юго-западнее о-ва Саха-

лин, на побережье ощущалось интенсивностью $I \leq 7$ баллов. Крупным сейсмическим событием было Углегорское землетрясение (2000 г., $M=7.1$, $I_0 \approx 9$ баллов). Возникнув в южной части острова, вдалеке от населенных пунктов, оно практически не принесло ущерба, но подтвердило повышенную сейсмическую опасность Сахалина. Менее крупное землетрясение ($M=6.2$), но сопровождавшееся человеческими жертвами и разрушениями, случилось 2 августа 2007 г. в Татарском проливе, на юге Сахалина, в районе г. Невельска.

Приамурье и Приморье характеризуются умеренной сейсмичностью. Из известных здесь землетрясений пока только одно, на севере Амурской области, достигло магнитуды $M=7.0$ (1967 г., $I_0=9$ баллов). В будущем магнитуды потенциальных землетрясений на юге Хабаровского края также могут оказаться не менее $M=7.0$, а на севере Амурской области не исключены землетрясения с $M=7.5$ и выше. Наряду с внутрикоровыми, в Приморье ощущаются глубокофокусные землетрясения юго-западной части Курило-Камчатской зоны субдукции. Землетрясения на шельфе нередко сопровождаются цунами высотой до 34 м.

Чукотка и Корякское нагорье еще недостаточно изучены в сейсмическом отношении из-за отсутствия здесь необходимого числа сейсмических станций. В 1928 г. у восточного побережья Чукотки возник рой сильных землетрясений с магнитудами $M=6.9$, 6.3, 6.4 и 6.2. Там же в 1996 г. произошло землетрясение с $M=6.2$. В Корякском нагорье самым сильным из ранее известных было Хаилинское землетрясение 1991 г. ($M=7.0$, $I_0=8-9$ баллов). Еще более значительное землетрясение ($M=7.6$, $I_0=9-10$ баллов) произошло в этой же эпицентральной области 21 апреля 2006 г. В результате сильно пострадали населенные пункты Хаилино, Тиличики и Корф.

СЕЙСМИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ РОССИИ

С целью прогноза сейсмической опасности и обеспечения сейсмостойкого строительства необходимыми инженерными данными в 1991–1997 гг. на основе новой методологии в Лаборатории континентальной сейсмичности Института физики Земли им. О.Ю.Шмидта РАН при участии институтов Дальне-Восточного, Сибирского и Уральского отделений РАН, а также специалистов из других научно-исследовательских организаций, в том числе из стран СНГ, Германии, Ирана, Италии, Китая и Турции, создан комплект карт общего сейсмического районирования Северной Евразии – ОСР-97. Впервые сейсмическим районированием была охвачена вся обширная территория, включающая платформенные регионы и шельфы окраинных и внутренних морей.

Комплект состоит из трех карт – ОСР-97А, ОСР-97В и ОСР-97С, отражающих 90%- (карта А), 95%- (В) и 99%-ную (С) вероятность непревышения (или 10%, 5% и 1% возможного превышения) в течение 50 лет расчетной сейсмической интенсивности в выделенных на картах сейсмоактивных зонах различного ранга (балльности). Новая методология оценки сейсмической опасности и компьютерное моделирование сейсмогеодинамических процессов сделали возможным долгосрочное прогнозирование сейсмической обстановки.

Для территории России карты ОСР-97 стали нормативными и в 2000 г. вошли составной частью в Строительные нормы и правила (СНиП II-7-81*) «Строительство в сейсмических районах», а также в Большую Российскую энциклопедию, в различные атласы и другие издания [Уломов, 2004; Уломов, Лаппо и др., 2005; Уломов, Левин, 2005].

Дифференцированные оценки сейсмической опасности позволили использовать комплект ОСР-97 для проектирования и строительства сейсмостойких объектов разных категорий ответственности и сроков службы.

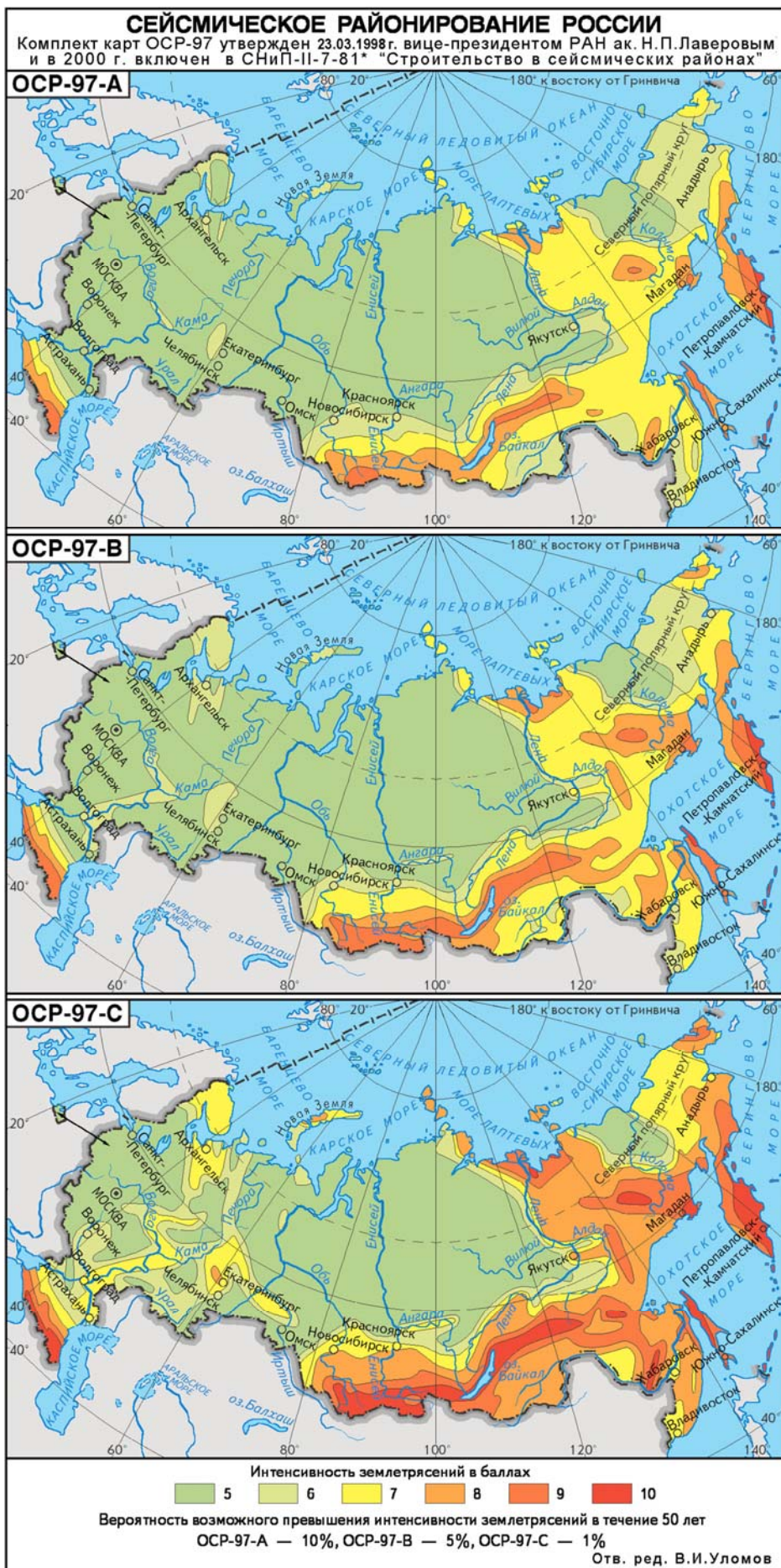


Рис. 4. Комплект карт сейсмического районирования территории Российской Федерации – ОСР-97.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Карты ОСР-97 указали на более высокую, чем это предполагалось прежде, сейсмическую опасность во многих регионах страны. Это обстоятельство явилось основанием для утверждения правительством в 2001 г. федеральной целевой программы «Сейсмобезопасность территории России».

Согласно СНиП II-7-81*, карта ОСР-97-А рекомендована для использования при массовом промышленном и гражданском строительстве. Карты ОСР-97-В и ОСР-97-С предназначены для проектирования и строительства объектов повышенной ответственности и особо ответственных сооружений. Для таких сооружений, как атомные станции, радиоактивные захоронения и другие чрезвычайно опасные объекты, создана карта ОСР-97D, соответствующая среднегодовой вероятности 10^{-4} возникновения указанного на ней сейсмического эффекта.

Реалистичность оценок сейсмической опасности, указанных на картах ОСР-97, подтвердилась сильными и разрушительными землетрясениями, произошедшими на территории Российской Федерации после 1997 г.

Методология ОСР-97 получила международное признание, а карта ОСР-97А всей Северной Евразии, представленная в пиковых ускорениях колебаний грунта, вошла составной частью в опубликованную в 1999 г. под эгидой ООН мировую карту глобальной сейсмической опасности (Global Seismic Hazard Map) [Ulomov, 1999].

Новая методология и комплект карт отмечены Государственной премией Российской Федерации 2002 г. в области науки и техники.

Работа частично выполнена при поддержке программы Президиума РАН «Изменение окружающей среды и климата: природные и связанные с ними техногенные катастрофы», направление 1 «Сейсмические процессы и катастрофы».

Литература

- Сейсмичность и сейсмическое районирование Северной Евразии / Ред. В.И. Уломов. М.: ОИФЗ РАН, 1993. Вып. 1. 303 с., 1995. Вып. 2/3. 490 с.
- Уломов В.И. Глобальная упорядоченность сейсмогеодинамических структур и некоторые аспекты сейсмического районирования и долгосрочного прогноза землетрясений // Сейсмичность и сейсмическое районирование Северной Евразии. Выпуск 1. М.: ИФЗ РАН. 1993. С. 24-44.
- Уломов В.И. Сейсмогеодинамика и сейсмическое районирование Северной Евразии // Вулканология и сейсмология. 1999. № 4-5. С. 6-22.
- Уломов В.И., Шумилина Л.С. Комплект карт общего сейсмического районирования территории Российской Федерации – ОСР-97. Масштаб 1:8000000. Объяснительная записка и список городов и населенных пунктов, расположенных в сейсмоопасных районах. М.: ОИФЗ. 1999. 57 с.
- Сейсмические опасности / Отв. ред. Г.А.Соболев // Природные опасности России. Т. 2. М.: Изд. КРУК, 2000. 296 с.
- Сейсмическое районирование территории Российской Федерации – ОСР-97. Карта на 4-х листах / Гл. редакторы В.Н. Страхов и В.И. Уломов. ОИФЗ РАН. М.: НПП «Текарт», 2000.
- Развитие идей и научного наследия Б.Б.Голицына в сейсмологии. К 140-летию со дня рождения (сб. статей, отв. ред. В.И.Уломов). М.: ОИФЗ РАН, 2003. 246 стр.
- Уломов В.И. Сейсмичность // Большая Российская Энциклопедия (БРЭ). Том 1 – Россия. 2004. С.34-39.
- Уломов В.И., С.С.Лаппо, Б.В.Левин, О.Н.Соловьева и др. Опасность землетрясений и цунами. Карта, масштаб 1:15.000.000) // Научное издание. Атлас природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций в Российской Федерации. МЧС России, РАН. (Под общей ред. С.К.Шойгу). М.: Издательско-производственный центр "Дизайн. Информация. Картография". Отпечатано в тип. "Иван Федоров". 2005. С. 64-65.
- Уломов В.И., Левин Б.В. Опасность землетрясений и цунами. Сейсмичность и сейсмическое районирование. Цунами и их районирование (В.И.Уломов, Б.В.Левин) // Научное издание. Атлас природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций в Российской Федерации. МЧС России, РАН. (Под общей ред. С.К.Шойгу). М.: Издательско-производственный центр "Дизайн. Информация. Картография". Отпечатано в тип. "Иван Федоров". 2005. С. 66-69.
- Уломов В.И. Сейсмичность // Национальный атлас России. Том 2. Природа. Экология. М.: Роскартография. 2007. С. 56-57.
- Ulomov V.I. Seismic hazard of the Northern Eurasia // National Report to the International Association of Seismology and Physics of the Earth's Interior. Presented to the XXII General Assembly of the IUGG, M: UIPE RAS. (1995-1998). 1999. P.18-22.