

Н. Н. ЛЕОНОВ, С. Л. СОЛОВЬЕВ, М. Д. ФЕРЧЕВ, Н. Л. МАРГУЛИС

МОНЕРОНСКОЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ 6 СЕНТЯБРЯ 1971 г. И ОЦЕНКА СИЛЫ СОТЯСЕНИЙ ПО ПОВЕДЕНИЮ ПОСТРОЕК МЕСТНОГО САХАЛИНСКОГО ТИПА

6 сентября 1971 г. в 5 часов 35 минут 28 секунд (по местному времени) у юго-западного побережья Сахалина произошло самое сильное землетрясение ($M=7$), зарегистрированное на Сахалине с 1909 г.—начала инструментальной регистрации землетрясений на острове. По предварительным инструментальным данным, очаг землетрясения располагался в районе небольшого о-ва Монерон в пределах земной коры (рис. 1). Максимальная установленная сила сотрясения была на о. Монерон (7—8 баллов) и на юго-западном побережье Сахалина (6—7 баллов). Монеронское землетрясение ощущалось во всей южной части Сахалина, примерно до линии Бошняково—Поронайск, в прибрежной полосе Приморья и почти на всем о. Хоккайдо (рис. 1).

Сахалинским комплексным НИИ ДВНЦ АН СССР и другими учреждениями был организован оперативный сбор макросейсмических данных о землетрясении силами нескольких отрядов, начиная с 7 сентября. При сборе данных особое внимание уделялось школам, так как при умеренных и слабых сотрясениях (до 6 баллов) повреждения зданий незначительны, и главными показателями для оценки силы сотрясений являются ощущения и наблюдения людей, но при этом желательно получать массовую и однородную информацию о проявлении землетрясения в различных пунктах или различных частях крупного населенного пункта, не зависящую от типов зданий, их этажности и других обстоятельств. Так как почти все школы на Сахалине построены по типовым проектам, такая однородная информация вполне обеспечивается учениками школ. Особенно много данных от школьников было получено по городам Холмск, Невельск, Корсаков, Южно-Сахалинск. Кроме того, в Южно-Сахалинске большая работа была проведена студентами педагогического института, благодаря помощи которых было собрано около 3 тысяч опросных листов. После тщательной обработки собранных данных, по-видимому, можно будет прийти к полезным заключениям о микросейсморайонировании перечисленных городов. Всего удалось собрать данные по 107 населенным пунктам. Эти данные и легли в основу схемы изосейст (рис. 1).

Наиболее сильно, как уже отмечалось, землетрясение ощущалось на о. Монерон и юго-западном побережье Сахалина, в районе Шебуино—Горнозаводск. Так как о. Монерон ближе всего находится к очагу землетрясения, необходимо было изучить возможные остаточные изменения рельефа земной поверхности. С этой целью Н. Н. Леонов обследовал весь остров по периметру и обнаружил значительные деформации грунта и их приуроченность к определенным направлениям и типу пород (рис. 2).

Установлено, что наиболее крупные обвалы и оползни распространены на крутых обрывах морского берега к северу от линии: о. Пирамидальный через Маяк до м. Отвесный. Наиболее крупные дислокации приурочены к породам невелильской свиты (неогенового возраста), сложенным переслаивающимися пачками туфогенных песчаников, алевро-

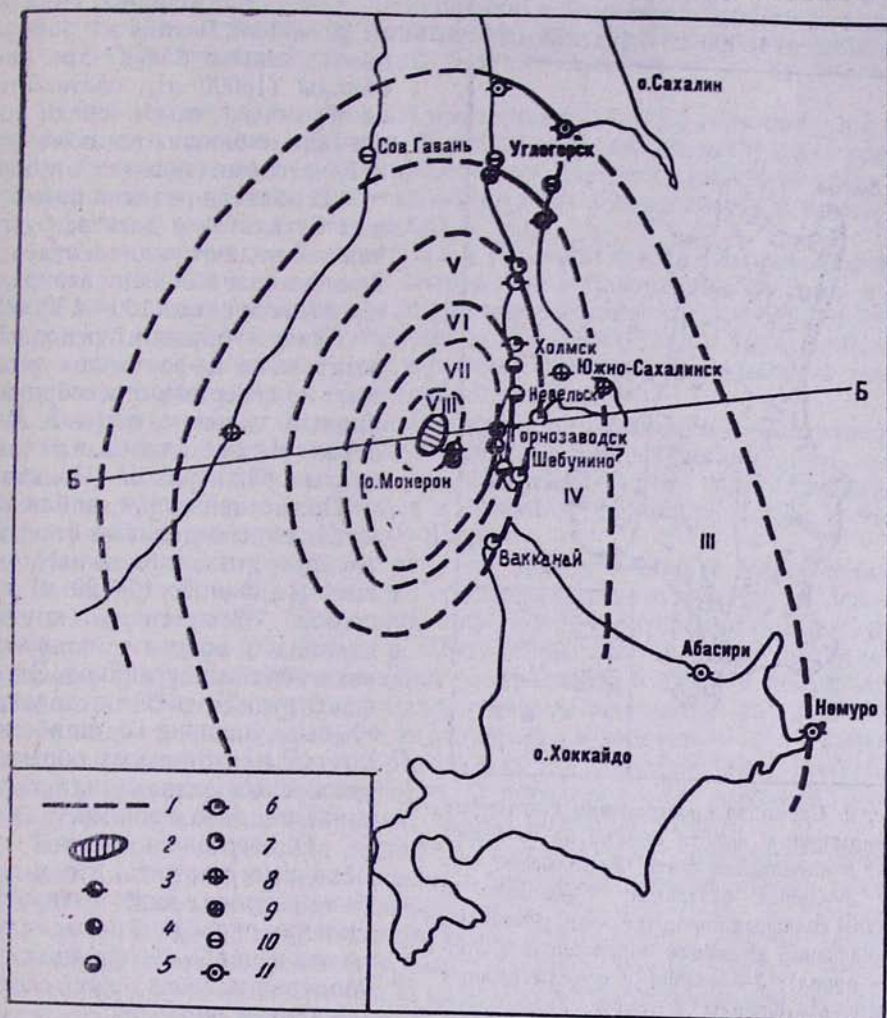


Рис. 1. Схема изосейст Монеронского землетрясения 6 сентября 1971 г. 1—изосейсты; 2—область очага по афтершокам. 3—11—сила сотрясения в баллах: 3—8—7; 4—7; 5—6; 6—6—5; 7—5; 8—5—4; 9—4; 10—3; 11—2—3.

литов и аргиллитов [2]. Максимальные оползни при этом возникают в пределах склонов, ориентированных в северо-западных румбах, реже—в широтных. Коренные породы перекрыты мощными покровными четвертичными отложениями. Отдельные участки этого покрова на наиболее крутых склонах и на сильнообводненных участках образуют значительные оползни (протяжением до 50—100 м, спустившиеся с высоты 30—50 м) в виде ступеней или конусов. В отдельных местах сохранились трещины отрыва, по которым не произошло сплошного оползания. Си-

стема трещин имеет ширину 0,5 м и прослеживается на 50—20 м. Ширина отдельных трещин около 5—10 см. Трещины не прослеживаются в коренных породах и затухают, не нарушая последние.

Наиболее крупные обвалы приурочены к северо-западному берегу, где в нижней части крутых высоких обрывов (высотой 300 м) обнажаются туфогенные песчаники и алевролиты. Здесь образовались обвалы объемом до 10000 м³ с отдельными глыбами 30—50 м³. В этом же районе

обнаружены и более древние обвалы (15000 м³), состоящие из огромных глыб; среди последних наблюдаются обломки и со следами свежего откола.

В области развития покровных базальтов и даек эффузивов наблюдаются лишь отдельные выколы и обвалы незначительных объемов (100—150 м³).

Таким образом, основные остаточные деформации тяготеют к северным и северо-западным склонам острова Монерон. На юге острова, в районе бухты Южной, о. Поясной, м. Приметная скала, наблюдаются лишь отдельные оползни вдоль крутых выемок на дорогах (глубиной 10—20 м) и в сильно обводненных крутых склонах с мощным покровом четвертичных суглинков. Здесь фиксируются также отдельные глыбы, упавшие с наиболее крутых или отвесных обрывов, сложенных лавами или туфогенными отложениями.

Одновременно с этим необходимо отметить, что в глубине острова, даже на крутых склонах оврагов и речек, в том числе и наиболее крупных рек Монерон и Усова, нет следов обвалов и оползней.

По своим параметрам описанные остаточные деформации на северо-западе и севере о. Монерон по аналогии с на-

Рис. 2. Схема распространения остаточных деформаций и высота цунами на о. Монерон. 1—невельская свита; 2—холмская свита; 3—дайки базальтов; 4—оползни и обвалы скальных пород (стрелки указывают направление движения обрушившихся горных пород); 5—оползни и обвалы рыхлых пород; 6—трещины в грунте; 7—элементы залегания пород; 8—местоположение проявлений и высота цунами в м; 9—сила сотрясения 7 баллов (по поведению построек); 10—маршруты обследования

рушениями при других сильных землетрясениях можно классифицировать как результат 8-балльных сейсмических сотрясений.

На юге острова сосредоточено его небольшое население. Здесь расположен комплекс зданий гидрометеостанции и маяка. В результате подземного толчка были частично разрушены печи и трубы. Развалилась обычно верхняя часть печей и только в пекарне печь обрушилась целиком. Сильно пострадала печь, находившаяся в рубке Гидрометеостанции, где развалилась верхняя труба дымохода, сложенного из кирпичей, поставленных на ребро и скрепленных слабым цементным раст-

вором. В других трех печах разрушился дымоход в верхней части печей и частично отошел от стены. Эти печи расположены в железобетонной постройке маяка, сооруженной еще до 1945 г. Печи, расположенные в зданиях из бруса, не пострадали, но в этих зданиях частично разрушились трубы, а именно, упали верхние кирпичи в четырех трубах из 12-ти.

Отмечались трещины в штукатурке перегородок около печей. В башне маяка треснула плита под болтами осветителя в направлении 240° ЮЗ.

В 200 м к западу от строений расположены баки с горючим. Они были попарно соединены трубами. В результате землетрясения два соединения были порваны и баки опорожнились. На расположенной здесь же 53-метровой вышке никаких отклонений замечено не было. В этом районе в момент землетрясения людей не было.

Анализ повреждений зданий на о. Монерон выявил избирательность повреждений. Наиболее сильно пострадали отопительные системы и перегородки, ориентированные в юго-западном направлении. Кирпичи печей и труб падали на запад-юго-запад. Одновременно с этим необходимо указать, что жители отмечали резкие вертикальные удары, а также резкий гул перед ударом, напоминавший взрыв.

Данные о повреждениях построек на юго-западе и о многочисленных остаточных деформациях вдоль северного и северо-западного побережья о. Монерон позволяют сделать вывод, что сила сотрясения на юге не превышала 7 баллов, а в северной половине, ближе к очагу землетрясения, достигала $7\frac{1}{2}$ —8 баллов.

На западном побережье Сахалина землетрясение с максимальной силой ощущалось в Шебунино и Горнозаводске (эти пункты обследовали все авторы статьи). Шебунино—небольшой шахтерский поселок, раскинувшийся в широкой долине р. Шебунинки. Старая часть поселка со зданиями еще довоенной постройки расположена в нижней приустьевой части речки. Отдельные улицы находятся в заболоченной части долины. В этой части поселка наиболее пострадало возведенное без проекта каркасное здание клуба, где образовались крупные трещины, особенно в стенах, ориентированных широтно. С потолка упали крупные куски штукатурки, проломившие стулья. Здание подлежит сносу.

Верхняя часть поселка состоит из двухэтажных брусчатых домов. На высокой терраске расположены и производственные здания шахты Шебунино. Всего в поселке пострадало до 75—80% труб, в меньшей мере—печи. Имеются отдельные трещины в штукатурке и печах, особенно на вторых этажах брусчатых домов. Наибольшее количество трещин образовалось в северных стенах. В раскомандировочной шахты возникли отдельные трещины внутри здания, упали куски штукатурки с западной и южной стены. Во время толчка сильно трещал деревянный бункер для угля; покосился в северо-восточном направлении ветхий и длинный сарай. В этом же направлении накренились электрические столбы.

Небольшие повреждения получило здание новой школы, воздвигнутое на холме высотой 45 м над поселком. В западном углу одноэтажного шлакоблочного здания школы образовалась трещина от фундамента до крыши, вызванная просадкой грунта. В одном из кабинетов разошелся шов в панелях перекрытия. В стене, ориентированной широтно, возникли ветвистые трещины в штукатурке. Характерная ширина трещин 0,2—0,3 см. Трещины в углах несколько шире—0,5—1 см. Эти трещины как оконтуривают блоки, так и рвут их. Следует отметить, что расчетная сейсмичность площадки при микрорайонировании была определена в 6 баллов.

В забоях шахты Шебунино землетрясение заметили не все. В то же время в некоторых местах нарушилась бетонная крепь и перемишки, отделяющие выработанное пространство от забоев. В результате последнего обстоятельства метан проник в забой. Особо увеличился приток метана из раскрывшихся трещин в раздробленном северо-восточном крыле синклинали на участке лавы № 113, но через некоторое время он уменьшился до обычного уровня. После ремонта перемишек и откачки накопившегося газа, через 36 часов после землетрясения, шахта снова дала уголь.

Землетрясение нарушило водоснабжение в поселке, во-первых, вследствие временного уменьшения в два раза дебита одной из двух скважин и, во-вторых, из-за нарушений в водопроводной сети. Было зафиксировано несколько повреждений во фланцах соединений труб.

Все перечисленные выше обстоятельства позволяют оценить силу воздействия землетрясения в Шебунино в 6—7 баллов.

В пос. Перепутье и безымянном поселке, в 3 км севернее Шебунина, в брусчатых и шлакобетонных крепких одноэтажных домах, расположенных на берегу моря, никаких повреждений не было. Даже не все жители проснулись. Примерно так же ощущалось землетрясение и южнее Шебунина около мыса Кузнецова. В этих пунктах силу сотрясения можно оценить в 5 баллов.

В Горнозаводске было повреждено значительное число труб, отмечались случаи повреждения штукатурки. Более всего пострадали дома каркасно-засыпного типа довоенной постройки, ориентированные в широтном направлении на низкой террасе (местами заболоченной) р. Лопатинка. На брусчатых или шлакоблочных домах (обычно двухэтажных) труб разрушилось гораздо меньше, а на ряде домов они вообще не пострадали (трехэтажная гостиница, ресторан и другие общественные здания). Ближе к берегу разрушений труб было меньше. Исключение составил один участок в низине, застроенный тремя двухэтажными брусчатыми зданиями типа барачков. Здесь все 12 труб разрушились.

В водопроводной сети города было обнаружено несколько повреждений. Обычно происходил разрыв фланцев соединения труб. В двух случаях разорвало меридиональные трассы со смещением вырванных соединений к востоку и в одном случае широтную трассу со смещением соединения на север. Разрывы сетей имели место на глубине 1,5 м от поверхности земли.

В Горнозаводске, как и в других пунктах, четко наблюдалось влияние грунтовых условий и ориентации поврежденных объектов на степень повреждений. Наиболее сильно пострадали дома, расположенные в пойменной заболоченной части города и ориентированные в широтном направлении.

В целом по г. Горнозаводску сила сотрясения не превышала 7 баллов.

Изолейстой шестого балла охватывается значительная площадь. На севере она простирается до г. Холмска, на востоке проходит по склону Камышевого хребта (села Бамбучки, Подгорное), на юге доходит до пос. Перепутье. На этой территории отмечались повреждения отдельных печных труб (до 10% от общего числа); небольшие трещины в штукатурке. В пределах этой зоны все жители проснулись и в испуге покинули дома. Повсеместно сильно раскачивались всякие предметы, двигалась тяжелая мебель и падали более легкие предметы. Каких-либо изменений в рельефе или в режиме источников отмечено не было.

В г. Холмске, который находится на границе зон шестого и пятого баллов, крупноблочные здания серии 1—307-с, построенные в различных районах города, пострадали неодинаково [1]. Степень повреждений зданий, а также восприятие толчков жителями усиливались по мере увеличения отметок заложения зданий на террасах. В Холмске террасы расположены на отметках от 0 до +120 м. В зависимости от сроков службы зданий и качества их строительства наблюдались следующие характерные повреждения: разработка антисейсмических швов в зданиях плохого качества; образование разделительных трещин просадки оснований в случае недостаточного уплотнения насыпных грунтов; контурные и горизонтальные трещины в кладке заполнения и самонесущих стен в каркасных зданиях; расстройство швов между плитами перекрытий; многочисленные трещины в деревянных перекрытиях и перегородках; падение частей штукатурки. В Холмске оказалось два аварийных здания. В среднем сила воздействия толчков в Холмске не превышала 6 баллов.

Некоторые пункты в 7—6-балльной зоне сотрясения на Сахалине, кроме авторов статьи, были обследованы представителем Госстроя СССР В. С. Павлыком и сотрудниками Сахалинской проектно-изыскательской экспедиции; их оценка оказалась идентичной с нашей—максимальная балльность не превышала 7 баллов.

Изосейста пятого балла проходит на севере в районе Ильинского, восточнее через г. Синегорск, поселки Зеленодольск, Кузнецово и продолжается на Хоккайдо в р-не Вакканай. В 5-балльной зоне проснулось от 50 до 100% жителей; было повреждено около 30% труб, в основном в ветхих зданиях довоенной постройки.

Локальное усиление сотрясений наблюдалось в г. Синегорске. Здесь обследовано крупноблочное 4-этажное здание, получившее сильные повреждения: трещины по фасаду, отрыв торцовых стен от продольных. Это здание находилось в низине на площадке с высоким уровнем грунтовых вод. Опрошенные жители сообщили, что они ощущали воздействие землетрясения сильнее, чем жители других районов поселка. Некоторые жители в испуге выпрыгивали через окна.

Вся средняя часть Южного Сахалина (Сусунайская долина) находилась в зоне сотрясений силой в 4—5 баллов. С такой же силой землетрясение ощущалось и на западном побережье Сахалина в интервале между Ильинском и Углегорском. В этой зоне многие жители проснулись; качались лампы, падали легкие предметы, появились небольшие трещины в штукатурке и в непрочных трубах.

Севернее и западнее этой зоны располагаются пункты, где землетрясение ощущалось не всеми жителями; здесь качались лампы, падали легкие предметы.

Несколько севернее Советской Гавани в Приморье и в Бошняково и Поронайске на Сахалине землетрясение почти не ощущалось. Лишь некоторые лица, находившиеся в покое, его почувствовали. По-видимому, с такой же силой землетрясение ощущалось в Абасири и Немуро на востоке Хоккайдо.

При рассмотрении повреждений построек мы столкнулись с проблемой применения шкалы MSK-64 [3] к широко распространенным на Сахалине каркасно-щитовым постройкам, частично японского типа. При японцах эти здания обогревались легкими железными печами—«манжурками». После 1945 г. в зданиях были установлены русские кирпичные печи с дымовыми трубами. Эти отопительные системы и разрушаются в первую очередь от землетрясения, а каркас здания хорошо противостоит сейсмическим волнам. Поэтому здания сами по себе вполне

соответствуют сооружениям типа В шкалы MSK. Что же касается отопительных систем, то их надо рассматривать как слабые кирпичные сооружения. Конечно, этот вопрос еще требует дальнейшего изучения и окончательного решения. А необходимость более точно классифицировать эти постройки имеется, так как их еще много встречается в Сахалинской области, особенно в сельских местностях.

При рассмотрении макросейсмического эффекта Монеронского землетрясения мы так и классифицировали каркасно-щитовые и брусчатые здания как здания типа В, а отопительные системы—как кирпичные сооружения. Справедливость такого подхода подтверждается оценками силы сотрясений в городах, при наличии построек других типов, строго соответствующих шкале MSK-64.

Составленная на основе собранных и проанализированных макросейсмических данных схема изосейст Монеронского землетрясения фрагментарна, так как основная часть охваченной землетрясением площади приходится на акваторию Татарского пролива (рис. 1). Схема позволяет следующим образом оценить средние радиусы границ между зонами различных балльностей: 8/7—30—40 км; 7/6—50—65 км; 6/5—90 км; 5/4—160 км; 4/3—240 км; 3/2—480 км. Можно предположить, что непосредственно над очагом землетрясения сила сотрясений могла достигать $J_0=9$ баллов. Применяя палетку Н. В. Шебалина [6], получаем для глубины очага h , по скорости спада балльности с расстоянием, оценку $20 \pm$ км. Значения $M=7 \pm$, $J_0=9 \pm$, $h=20 \pm$ хорошо согласуются между собой [6]. Вместе с тем при магнитуде $M=7$ землетрясение должно было бы иметь несколько большую область осязаемости [4], чем это наблюдалось в действительности.

Достоверных инструментальных данных о землетрясении наиболее правдоподобно предположение о том, что очаг землетрясения располагался в пределах земной коры, простираясь от ее подошвы, где, видимо, и начался процесс разрыва до дневной поверхности (дна пролива). О последнем обстоятельстве свидетельствует образование небольшого цунами, наблюдавшегося на о. Монерон и по восточному побережью Татарского пролива, по крайней мере от г. Томари до южной части о. Хоккайдо, и в ослабленном виде на западном побережье Татарского пролива и за пределами пролива Лаперуза (данные авторов и Сахалинского управления Гидрометеослужбы).

В районе Шебунина цунами началось с прилива. Первая волна пришла примерно в 6 часов, т. е. через 25 минут после толчка и залила берег на 15—20 м. Период последовавших колебаний уровня—20—30 мин. В устье р. Шебунинки вода поднялась до 2 м и несла вверх по реке бревна, морскую капусту, ящики. На открытом побережье высота подъема воды достигала 1,8 м.

В Горнозаводске, расположенном в распадке, высота подъема воды в устье р. Горной достигала 2 м. Севернее Горнозаводска, в пос. Рыбацком, в ковше на стенку мола был заброшен небольшой морской катер.

На о. Монерон, судя по остаткам морской капусты, брошенным в глубь береговой зоны, высота подъема воды достигала 1,5 м. По данным Японского метеорологического агентства, в Японии в г. Вакканай (о. Хоккайдо) высота цунами равнялась 32 см.

Землетрясение 6 сентября сопровождалось гулом, напоминавшим на о. Монерон и Шебунино взрывы бомб или канонаду. Гул был слышен на расстоянии свыше 220 км (около Ильинского).

Отдельные цунами наблюдались и во время сильных афтершоков. Так, во время сильного повторного толчка 8 сентября в 22 час. 49 мин с

$M=6,3$ приход волны в г. Невельск был отмечен через 24 мин, а в г. Холмску через 34 мин с максимальной высотой 16 см.

Землетрясение 6 сентября сопровождалось, кроме того, световыми явлениями. Находившиеся в это время на о. Моноeron Б. И. Буслаев, И. Б. Пригорев, С. Л. Полищук и другие заметили в море по направлению к Невельску оранжевую вспышку V-образной формы, а затем на протяжении 5—8 мин еще два менее ярких отсвета, смещавшихся к югу.

Как и все землетрясения, связанные с деформацией земной поверхности, землетрясение 6 сентября сопровождалось многочисленными повторными толчками. Наиболее сильными из них были землетрясения 7 сентября в 0 час 38 мин мест. вр. ($M=6\frac{1}{4}$) и 28 сентября в 6 час 01 мин мест. вр. ($M=6\frac{1}{2}$), ощущавшиеся на о. Моноeron, в Шебунино и Горнозаводске с силой до 6 баллов, а в Южно-Сахалинске—с силой до 4 баллов.

Для изучения сейсмического режима в эпицентральной зоне Сахалинском КНИИ была развернута сеть временных сейсмических станций: на о. Моноeron, в пос. Правда и пос. Шебунино (перенесена позднее в г. Горнозаводск). За время регистрации лишь с 18 сентября по 1 декабря записано более 1500 афтершоков; из них 16 сильных с $M \geq 5$.

Наблюдения этих временных станций еще не обработаны и поэтому недостаточно точных данных о пространственном расположении очагов афтершоков, а следовательно и о местоположении и конфигурации очага основного землетрясения, пока нет.

Опираясь на данные оперативного сейсмологического бюллетеня Института физики Земли АН СССР, следует предполагать, что очаг находился северо-западнее о. Моноeron, в районе подводного склона (рис. 1). Напротив, если пользоваться только наблюдениями станции Южно-Сахалинск и найти эпицентры афтершоков методом Б. Б. Голицина (персонал станции получил таким способом эпицентры более чем для сотни афтершоков), то поле эпицентров получается в виде овала



рис. 3. Глубинный профиль по линии Б—Б (рис. 1). По [1]. Указаны скорости продольных сейсмических волн в м/сек

субмеридиональной ориентации, несколько сдвинутого на юг относительно о. Моноeron.

В [5] предполагалось, что крупное меридиональное подводное поднятие, одной из вершин которого и является о. Моноeron, ограничено с

запада и с востока сейсмоактивными разломами. Есть основания полагать, что землетрясение 6 сентября является следствием подвижки Монеронского поднятия (вверх?) по одному из этих разломов—а может быть, и по обоим сразу—относительно окружающих его депрессий.

На рис. 3 показан широтный разрез земной коры, проходящий от материка до Охотского моря через о. Монерон. [1]. Как видно из схемы, западное ограничение Монеронского поднятия приурочено к стыку блоков коры принципиально разного типа: субокеанической коры северной части глубоководной впадины Японского моря и континентальной коры Сахалино-Хоккайдской островной дуги. Не исключена возможность, что именно приуроченность очага землетрясения к такой крупной вертикальной границе раздела земной коры и обусловила достаточно большую магнитуду землетрясения.

Заключение

1. Монеронское землетрясение 6 сентября 1971 г.—самое сильное землетрясение на Сахалине за 60-летнюю историю приборных сейсмологических наблюдений в зоне. Землетрясение, видимо, было связано с подвижкой по одному из крупных разломов, ограничивающих субмеридиональное подводное поднятие о. Монерон.

2. На суше максимальная сила сейсмических сотрясений приближалась к 8 баллам в северной части о. Монерон и к 7 баллам—в некоторых пунктах юго-западного побережья Сахалина. Макросейсмический эффект землетрясения достаточно подробно описан в статье.

3. При обследовании землетрясения выяснилась необходимость классификации местных построек японского типа в новой сейсмической шкале балльности. Предлагается рассматривать каркасно-щитовые постройки как здания типа В, а строительные системы в них—как кирпичные здания типа Б.

4. Возникновение самого сильного землетрясения около острова Сахалин вызывает известную настороженность в отношении возможности возникновения сильного землетрясения непосредственно под островом Сахалин, так как в этом случае сила воздействия в эпицентросейсмической зоне превысит 7 баллов. Это обстоятельство требует более детального исследования сейсмического режима Сахалина.

Сахалинский комплексный научно-исследовательский институт
ДВНЦ АН СССР и институт «Сахалингражданпроект»

ЛИТЕРАТУРА

1. «Глубинное сейсмическое зондирование Сахалино-Хоккайдо-Приморской зоны». Изд. «Наука», 1971.
2. Ерохов В. Ф., Жидкова Л. С., Литвиненко А. У., Сирьк'И. М., Шиллов В. Н. Геологическое строение о-ва Монерон (Японское море), Геблогия и геофизика, № 1, 1971.
3. Медведев С. В. Международная шкала сейсмической интенсивности. В кн. Сейсмическое районирование СССР, гл. 9, изд. «Наука», 1968.
4. Оскорбин Л. С., Соловьев С. Л. Ощутимые землетрясения на Сахалине в 1960—1964 гг. Сб. Ощутимые землетрясения на Сахалине в 1960—1964 гг. Южно-Сахалинск, 1968.
5. Соловьев С. Л., Оскорбин Л. С., Ферчев М. Д. Землетрясения на Сахалине, изд. «Наука», 1967.
6. Шибалин Н. В. Балльность, магнитуда и глубина очага землетрясений. В кн. Землетрясения СССР, Изд. АН СССР, 1961.