

**ТЕКТОНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ НЕВЕЛЬСКОГО (02.08.2007, М~6.1)
ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ*****В.Л. Ломтев, М.Г. Гуринов****Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН, г. Южно-Сахалинск*

Поступила в редакцию 20 января 2009 г.

В данной статье представлены материалы полевого обследования и изучения прибрежных тектонических деформаций Невельского цунамигенного землетрясения (02.08.2007, М~6.1) в августе-сентябре 2007 года. В результате землетрясения подняты на 0.5–1.5 м и частично осушены южный, центральный и северный бенчи, а также сформированы продольные структурные гряды мористее Ловецкой бухты. В рамках новой модели строения Камышового (Западно-Сахалинского) антиклинория Сахалина как структуры четвертичного или среднечетвертичного корового срыва обсуждается возможная связь землетрясения с медленным гравитационным сползанием или крипом верхней коры на его западном склоне, местами с выдавливанием невелиских алеволитов среднего миоцена.

Ключевые слова: коровый срыв, антиклинорий, землетрясение, крип, тектонопара, шельф, Южный Сахалин.

ВВЕДЕНИЕ

Невельское землетрясение произошло днем 2 августа 2007 г. на сахалинском шельфе Татарского пролива мористее порта Невельск (рис. 1–9). По данным Сахалинского филиала Геофизической службы РАН, его магнитуда составила 6.1 при глубине очага 12 км, то есть очаг образовался в верхней части континентальной коры, имеющей на Сахалине мощность 35–40 км [23]. По типу смещения это был меридиональный взброс с падением сместителя на восток под углом 67°. Землетрясение сопровождалось почти мгновенным подъемом абразионного шельфа (в эпицентре, вероятно, на несколько метров, рис. 2), волнами цунами высотой до 2–3 м [9, 13], несколькими ощутимыми афтершоками, массовым выходом метана на акватории порта, деформацией зданий в прибрежной части города (более 200 из них рекомендованы спецкомиссией к сносу), построенных на отсыпных, неравномерно обводненных грунтах (В.П. Мясников, личное сообщение, 3.08.2007 г.). К югу от Невельска вплоть до Горнозаводска и Шебунино обнаружены многочисленные камнепады, осыпи, открытые трещины на дорогах, значительные деформации железных дорог и автомобильных мостов, деревянных домов и дачных домиков, реже оползни на горных склонах (рис. 5а; [24]). Часть разрушений, по данным опроса местных жителей, была вызвана не

столько главным толчком, сколько несколькими сильными афтершоками того же дня [24]. Зафиксировано вращение по часовой стрелке трех блоков памятника погибшим рыбакам высотой около 3 м на горном склоне, с уменьшением амплитуды поворота кверху от 4 до 1 см (рис. 5б, 7д). В то же время, монолитные памятники Ленину и Невельскому, стоящие внизу на главной улице города, совершенно не пострадали. Со времени Монеронского землетрясения (6.09.1971, $M = 7.3$) здесь не было местных цунами [7, 9]. Невельское событие позволяет снизить общепринятый порог $M = 7$ для цунамигенных землетрясений, поскольку оно сопровождалось от одной до трех волн цунами высотой 0.8–3.2 м, возникших на необычно малых, шельфовых глубинах.

Обследование 6 сентября было дополнено рекогносцировочным промером с надувной резиновой лодки с подвесным мотором и непрерывной GPS-привязкой (Д.Н. Козлов, Р.В. Жарков, ИМГиГ ДВО РАН [9, 13, 24]) и сопоставлено с моделью четвертичной тектоники и коровой сейсмичности Сахалина [16].

ТЕКТОНИКА РАЙОНА ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ

На тектонической карте Сахалина район Невельского землетрясения относится к ЮЗ подводной континентальной окраине Сахалина, образованной

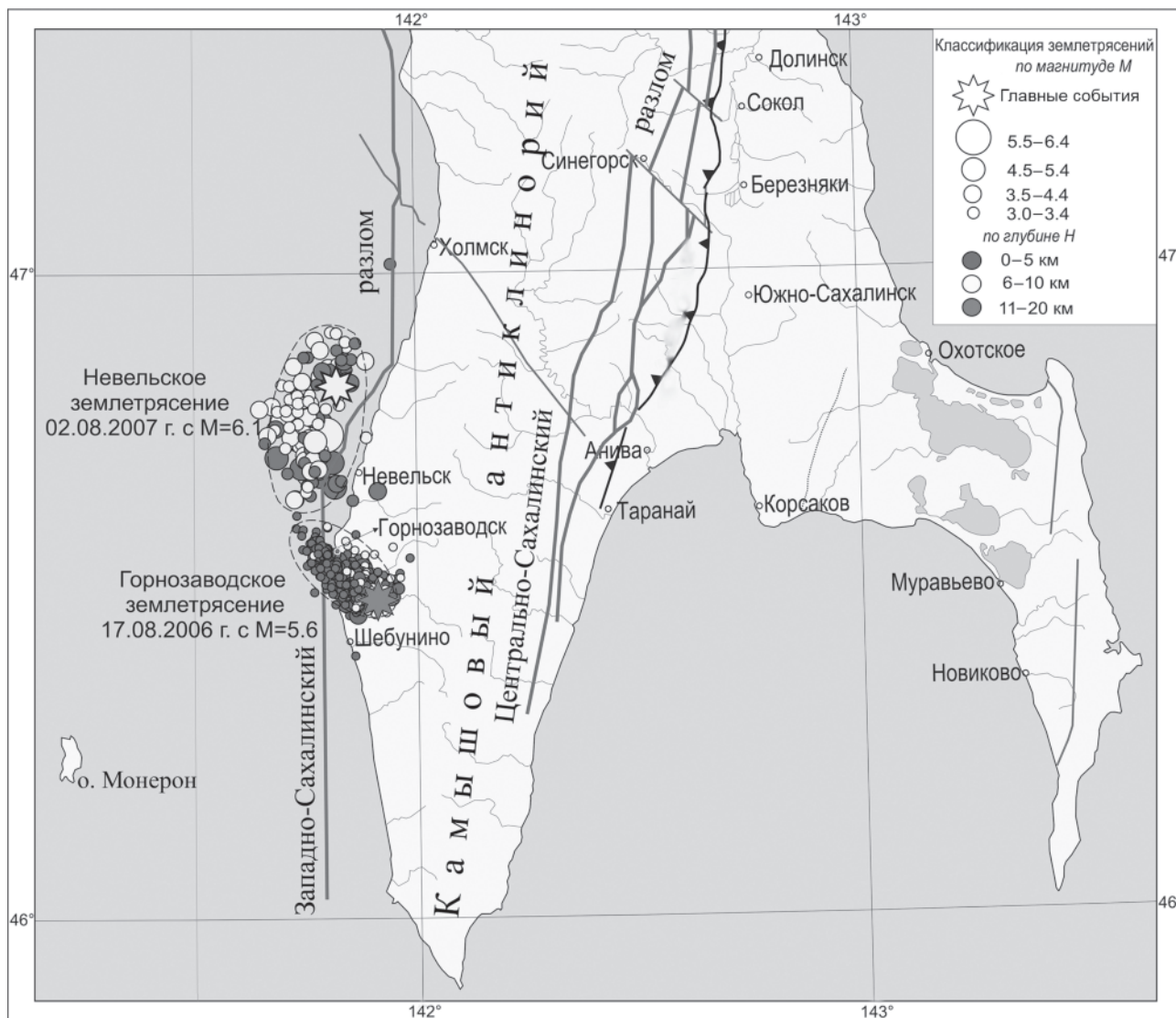


Рис. 1. Положение эпицентров Горнозаводского и Невельского землетрясений и их афтершоков (по данным Сахалинского филиала ГС РАН) и главных разломов Южного Сахалина (по материалам А.И. Кожурина).

Фронт аккреции в основании восточного склона Камышового антиклинория выделен сплошной линией с треугольниками.

западным склоном Камышового (Западно-Сахалинского) антиклинория [5, 6, 14, 17]. Это среднечетвертичное [10] инверсионное поднятие (ороген или Западно-Сахалинские горы) возникло в депоцентре неогенового краевого прогиба между горными сооружениями Сихотэ-Алиня и Восточного Сахалина в сахалинскую эпоху складчатости и орогенеза [14–16, 25]. В широтном сечении антиклинорий представляет собой крупную мегамоноклиаль с относительно крутым и коротким восточным склоном высотой до 1 км. Ранее его рассматривали как штамповый горст-антиклинорий [21] или присдвиговый ороген, возникший в условиях субширотного сжатия [20 и др.].

По В.Л. Ломтеву и др. [16], Камышовый антиклинорий формирует фронт крупной Западно-Сахалинской коровой тектонической пластины, сорванной к востоку по деколlementу границы Мохо и ограниченной Центрально-Сахалинским (Тынь-Поронайским) взбросо-надвигом западного падения (рис. 1, 3). Е.М. Смехов [22] считал его одним из двух главных продольных надвигов Сахалина. По Т.К. Злобину [7], Центрально-Сахалинский разлом проникает в астеносферу и разделяет Охотскую (Охотоморскую) и Амурскую литосферные плиты. Современная мелкофокусная (коровая) сейсмичность Камышового антиклинория и асейсмичность подстилающей верх-

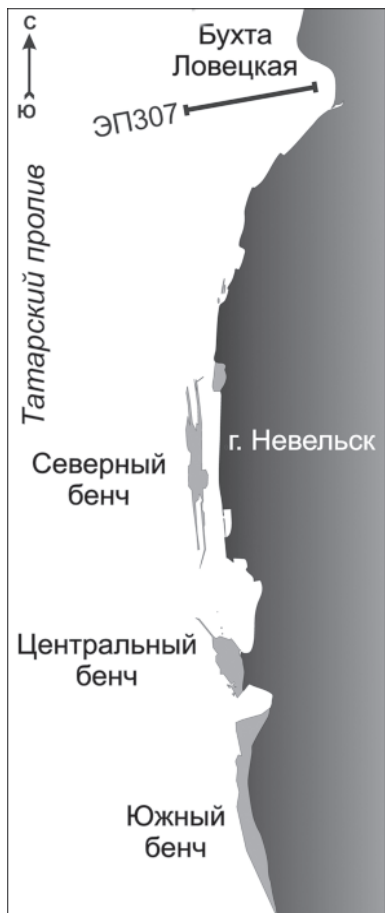


Рис. 2. Схема новообразованных невелильских бенчей (отмечены серым цветом) масштаба 1:87 000 с эхо-профилем №307 в Ловецкой бухте.

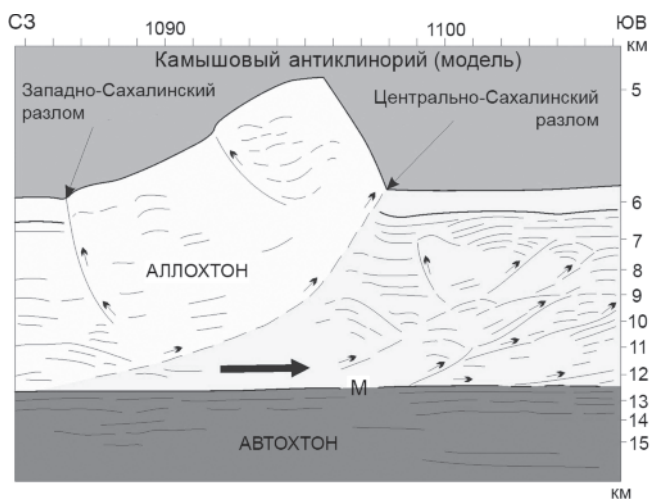


Рис. 3. Глубинный разрез МОГТ в зоне дивергентного внутрикорового срыва в СЗ Пацифике с надвиговой моноклиальной грядой – модель Камышового антиклинория Сахалина (по материалам В.Л. Ломтева и В.Н. Патрикеева, ИМГиГ).

Жирной стрелкой показано направление срыва аллохтона.

ней мантии [19] показывают, что Центрально-Сахалинский разлом и упомянутые плиты являются коровыми структурами. Горизонтальное смещение по разлому невелико и, вероятно, не превышает 5–10 км [17, 18]. Смещение кровли меловых пород в сравнении со смежными прогибами достигает 3–5 км [4, 5, 8, 18]. Висячее крыло Центрально-Сахалинского разлома слагают плотные осадочные породы мела, поэтому его надвигание сопровождается аккрецией осадочных отложений кайнозоя и образованием узкой (несколько км) аккреционной призмы в основании восточного склона [10, 18].

Западный, пологий склон антиклинория и прилегающий шельф сложены осадочными отложениями неогена и палеогена общей мощностью до 2–5 км, в которых картируются многочисленные складки, нередко сопряженные с крутопадающими разломами [2, 5, 17, 20, 21, 25]. Однако есть и отличия. Так, высота шельфовых антиклиналей достигает нескольких километров, их своды абрадированы (бенч, точнее шельфовое абразионное плато, рис. 4), а оси не закартированы в полосе прибрежного мелководья с рифами, что позволяет считать их полускладками. Эти особенности строения установлены по материалам площадных съемок МОГТ на Гавриловской и других антиклиналях, разбуренных 11 скважинами ДВМУР-БА при поисках залежей углеводородов [5, 25]. Формирование складок связывали с молодыми правосторонними сдвигами по Западно-Сахалинскому глубинному разлому [15]. Отсутствие подобной (эшелонированной) системы полускладок СЗ простирается на восточном склоне Камышового антиклинория и почти идеальная стратификация кайнозойского чехла на их крыльях на профилях МОГТ указывают на его медленное гравитационное сползание (крип) на западном склоне антиклинория. Шельфовые разломы сопряжены с полускладками и относятся к тыловым, или т.н. ретроразломам сжатия с крутыми сместителями восточного падения (рис. 4). Поэтому Западно-Сахалинский прибрежный глубинный разлом [6, 17], вероятно, представляет собой дуплекс или систему сопряженных разломов, в которой тыловой разлом (взброс) круче фронтального (надвиг) (рис. 4). Таким образом, Невельское землетрясение и меридиональный рой его афтершоков связаны с подвижками верхней коры именно в зоне этого дуплекса (рис. 1).

В структуре молодого и сейсмоактивного Камышового антиклинория Сахалина установлены покровный и гравитационный стили строения восточного и западного склонов, соответственно. Встречное падение Центрально-Сахалинского и Западно-

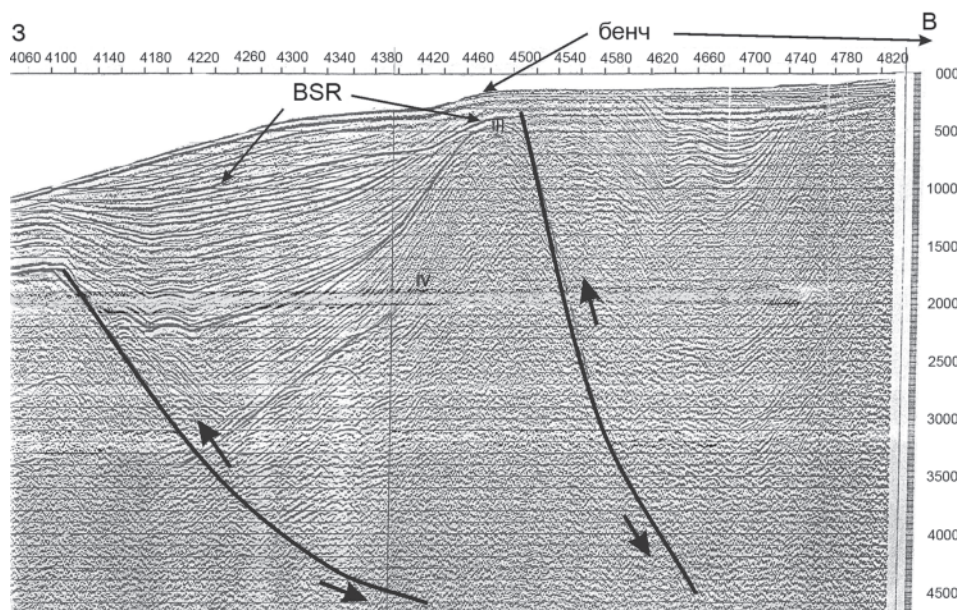


Рис. 4. Фрагмент широтного временного разреза МОГТ №11 на ЮЗ подводной окраине о. Сахалин [2].

BSR – отражающая граница в подошве слоя газогидратов; III, IV – сейсмокомплексы осадочного неогена; линии со стрелками – сместители взбросо-надвигов и смещения по ним. Цуг плоских отражений, секущий складки, образован волнами-помехами, кроме верхнего (бенч). По вертикали – секунды двойного пробега с шагом 0.1 с, по горизонтали – гидроточки ОГТ с шагом 40 точек/км.

Сахалинского разломов указывает на его дивергентное строение, характерное для орогенов в зонах сжатия коры, по В.Е. Хаину [26]. Поскольку Камышовый антиклинорий маркирует фронт срыва крупной коровой пластины [16], то в качестве его натурной модели принята моноклиальная надвиговая чешуя высотой 1 км из зоны дивергентного внутрикорового срыва на ложе СЗ Пацифики (рис. 3). Горнозаводское землетрясение 17.08.2006 г. на глубине 18 км и с $M = 5.6$, в очаге которого произошел взброс по плоскости, тяготеющей к зоне Центрально-Сахалинского фронтального разлома [11], очевидно можно рассматривать как своеобразный сеймотектонический триггер Невельского землетрясения в зоне тылового Западно-Сахалинского разлома (рис. 1). Если это так, то эти главные разломы Камышового антиклинория уместно объединить в тектонопару, в которой тыловой разлом, в отличие от фронтального связан с крипом кайнозойского чехла и подстилающей верхней коры, сложенной, вероятно, мезозойскими и палеозойскими породами. Заметим также, что Центрально-Сахалинский разлом в отличие от Западно-Сахалинского вскрывает всю кору, выходя к деколlementу границы Мохо. Пересекаются ли на глубине (в средней части земной коры?) их сместители, пока неясно, и эта проблема требует изучения. Другая проблема связана с оценкой реального, и вероятно, ограничен-

ного масштаба правосдвиговых смещений по разломам Западно-Сахалинского шельфового дуплекса.

СЕЙСМОГЕННЫЕ ДЕФОРМАЦИИ В ПРИБРЕЖНОЙ ЧАСТИ ОСТРОВА

Большой интерес представляет почти мгновенное сейсмогенное воздымание трех прибрежных участков скального дна (бенчи), сложенных крутопадающими к западу пластами алевролитов невеливской свиты среднего (раннего [5]) миоцена, частью кремнецветных [6]. Они заметно нарастили территорию Невельска, вытянутого узкой полосой на 10 км к югу от устья реки и бухты Ловецкой. Это приращение – новый факт в современной геологической истории Сахалина, площадь которого из-за абразии берегов сокращается [1, 24]. Очевидцы отмечают, что сток воды с центрального бенча происходил к берегу и так быстро, что кочегары ближайшей котельной сразу после его осушения собрали здесь два мешка свежей рыбы. Кроме того, корму траулера, стоявшего у причала крайним с юга в ряду судов и отшвартованного вторым бортом, мощное стоковое северное течение отвернуло к СЗ примерно на 45° .

Южный бенч (рис. 2, ба, б). Примыкает к южной окраине Невельска, где узкой (200–250 м) полосой протянулся на 2.3 км мористее прежнего берега, почти везде защищенного волноотбойной стенкой

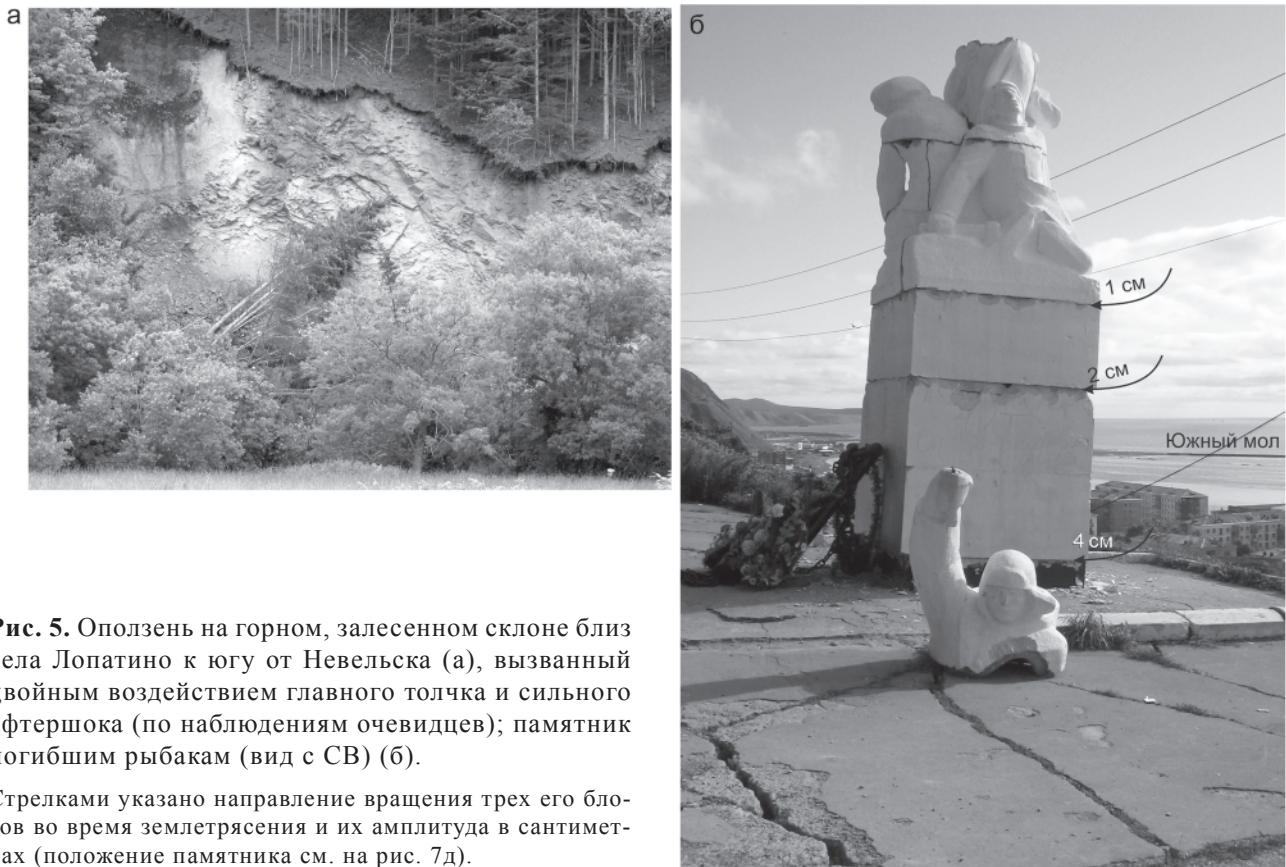


Рис. 5. Оползень на горном, залесенном склоне близ села Лопатино к югу от Невельска (а), вызванный двойным воздействием главного толчка и сильного афтершока (по наблюдениям очевидцев); памятник погибшим рыбакам (вид с СВ) (б).

Стрелками указано направление вращения трех его блоков во время землетрясения и их амплитуда в сантиметрах (положение памятника см. на рис. 7д).

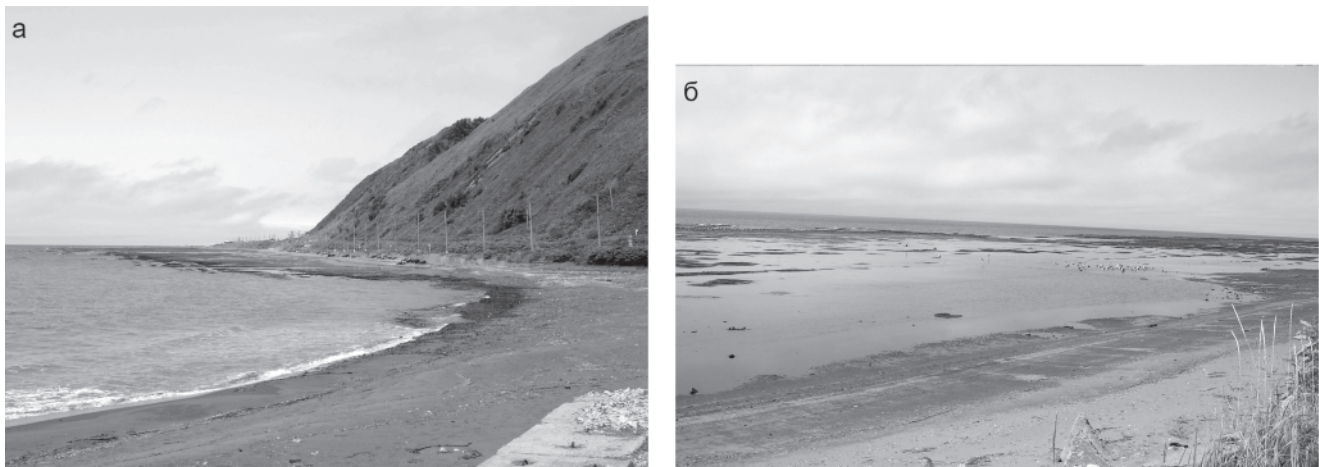


Рис. 6. Южный плоский, притопленный бенч.
а – начало (южный выезд из Невельска), б – средняя часть.

(рис. 6а). Бенч имеет горизонтальную поверхность, срезающую выходы пластов алевролитов невеличской свиты и ограниченную со стороны моря крутым уступом. Он слегка драпирован осадками с многочисленной ракушкой и редкими валунами. Во время землетрясения 2 августа южный бенч был поднят на 0.5–1 м до уровня моря и частью притоплен (рис. 6б).

При штормовых нагонах он затопляется с увеличением глубин до ~0.5 м. При визуальном осмотре здесь не обнаружены свежие сейсмогенные трещины или разломы, что указывает на блоковый характер деформации скального основания, сложенного невеличскими алевролитами. Их пласты ориентированы на СЗ под острым углом к простиранию берега и в

полосе современного пляжа погребены под его песчаными наносами мощностью более 1 м (рис. 6а). В месте их выхода на берег последний меняет свою ориентировку с субмеридиональной (к северу) на юго-западную (к югу). Важно отметить спокойный, не нарушенный землетрясением контакт южного бенча с прежним песчаным берегом и защищающей его от размыва волноотбойной стенкой.

Центральный бенч (рис. 2, 7а–д). Располагается мористее небольшого выступа песчаного берега в южной части Невельска близ устья р. Казачки. В плане он вытянут к СЗ на 750 м при ширине до 250 м. На его окончании в послевоенное время был построен

южный мол длиной 300 м (известная лежка сивучей), поднятый (судя по уровню, на котором он зарос морской капустой) на 1–1.5 м (рис. 7а). Центральный бенч имеет ровную поверхность, выступающую на 0.5–0.8 м над уровнем моря у внешнего, западного края, и почти незаметный уклон к берегу. Она срезает крутопадающие к западу пласты невельских алевролитов и местами слегка драпирована наносами (прибрежная часть бенча) и матами из морской капусты (рис. 7б–г). При спокойном море центральный бенч полностью осушен, но при штормовых нагонах может частично или полностью покрываться тонким слоем воды. При визуальном осмотре обнаружены

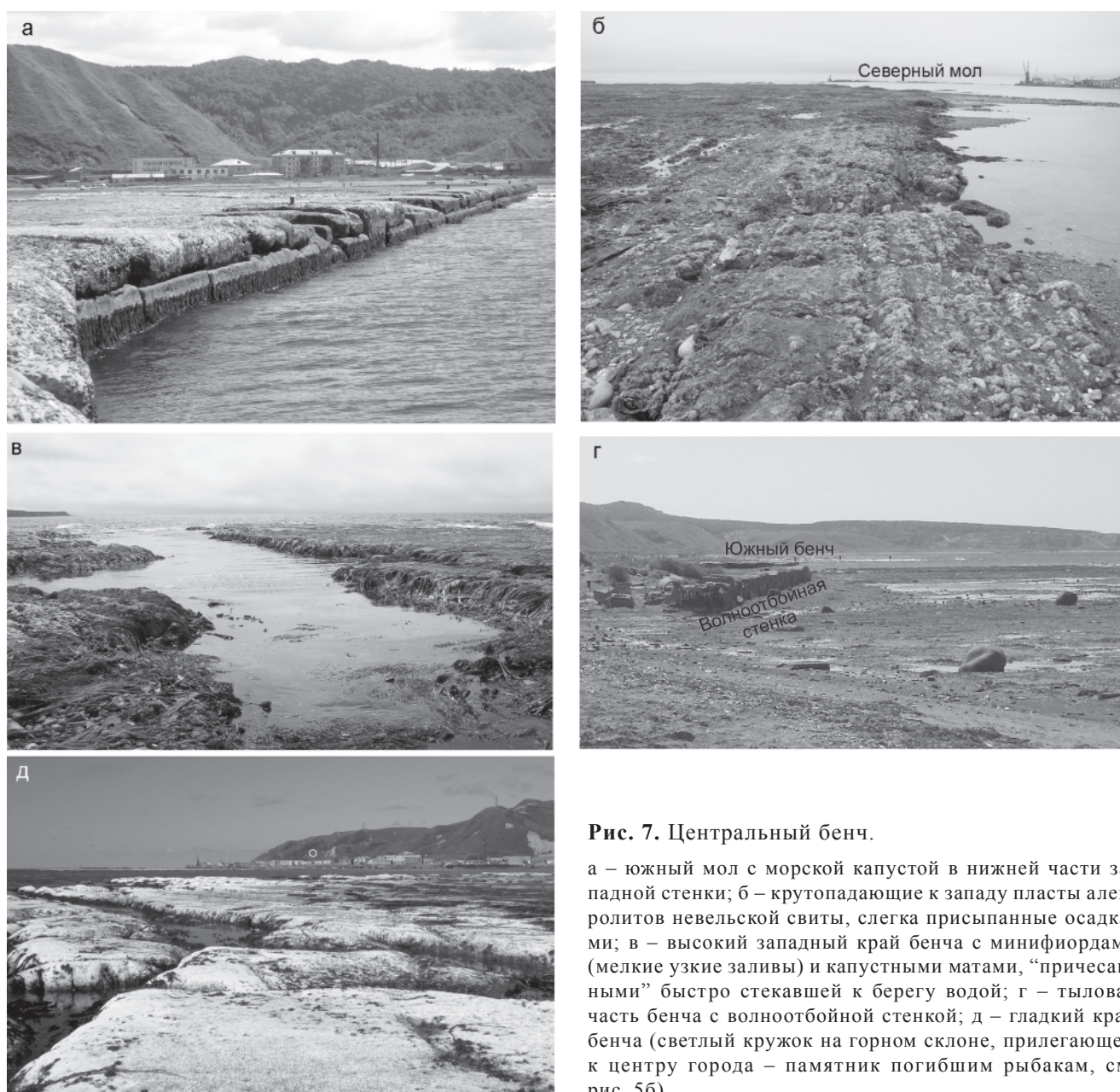


Рис. 7. Центральный бенч.

а – южный мол с морской капустой в нижней части западной стенки; б – крутопадающие к западу пласты алевролитов невельской свиты, слегка присыпанные осадками; в – высокий западный край бенча с минифиордами (мелкие узкие заливы) и капустными матами, “причесанными” быстро стекавшей к берегу водой; г – тыловая часть бенча с волноотбойной стенкой; д – гладкий край бенча (светлый кружок на горном склоне, прилегающем к центру города – памятник погибшим рыбакам, см. рис. 5б).

несколько выходов метана вдоль северного края бенча, шхерный, местами фиордовый, облик его западного и северного краев (рис. 7в, д), почти идеальная гладкость западного края в полосе шириной первые десятки метров, природа шлифовки (плавучие льды?) которой неясна ввиду отсутствия наносов. Здесь также нет крупных свежих сейсмогенных трещин или разломов, в том числе на молу, что указывает на блоковый характер подвижек скального основа-

ния. Поскольку палеоглубины, по данным опрошенных местных рыбаков, на внешнем крае бенча не превышали 1 м, следовательно, амплитуда его сейсмогенного воздымания превысила 1.5 м. Здесь, как и южнее, наблюдается спокойный, не нарушенный землетрясением контакт центрального бенча с берегом, укрепленным волноотбойной стенкой (рис. 7г).

Северный островной бенч (рис. 2, 8 а–д). Судя по полосе морской капусты на нижней части вос-

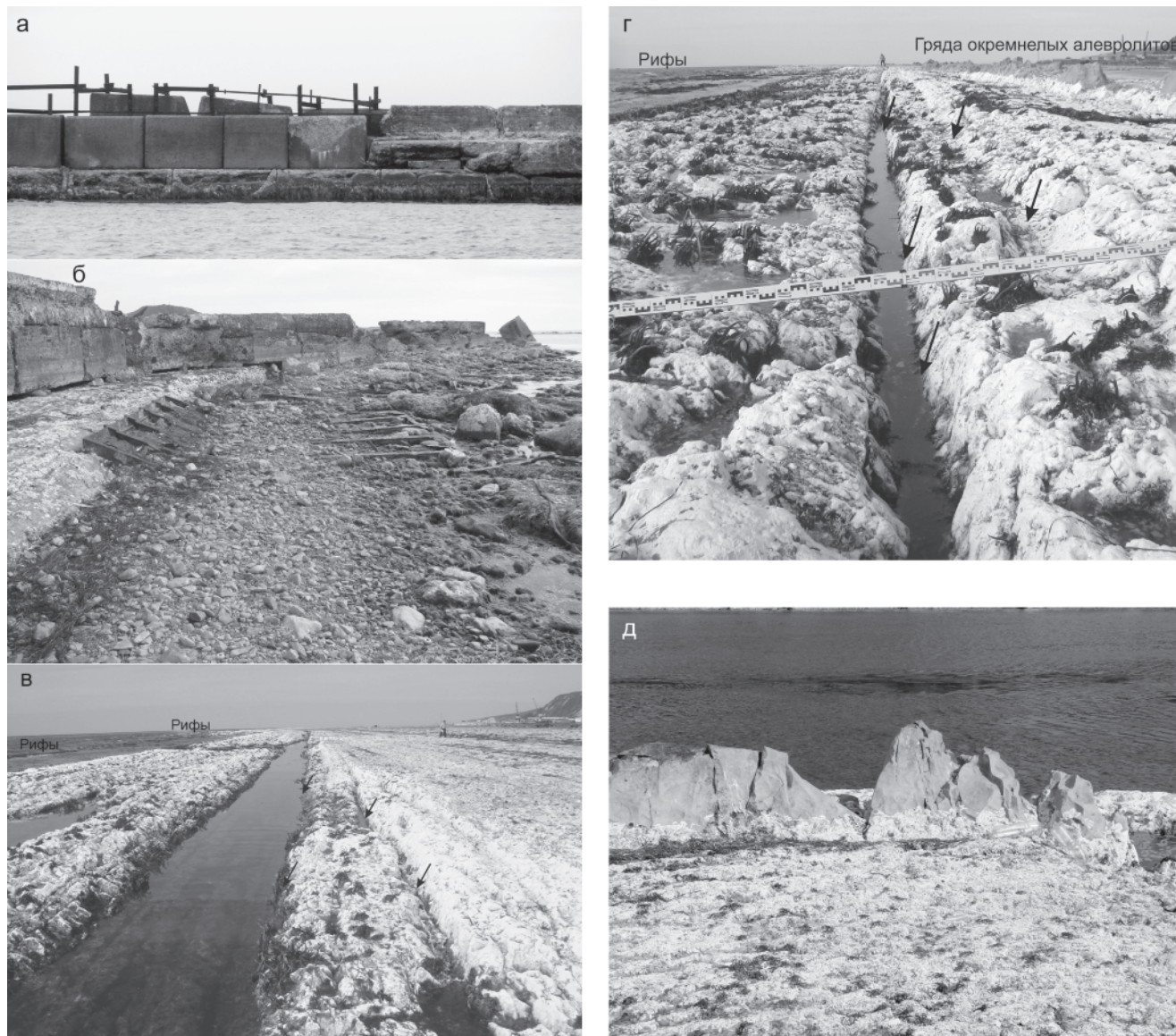


Рис. 8. Северный островной бенч.

а – северный довоенный и частично укрепленный бетонными кубами мол с морской капустой на его восточной стенке (снято с буксира, любезно предоставленного капитаном порта Невельск, с расстояния около 20 м); б – узкий пляж вдоль западной стенки мола; в – ложбинно-грядовый микрорельеф бенча, образованный крутопадающими пластами невельских алевролитов, местами смещенных на 0.5–1 м по падению межпластовыми сбросами (их направление показано стрелками здесь и на рис. 8г); г – панорама бенча к северу с рифами слева, грядой окремнелых алевролитов высотой до 1 м справа и продольной трещиной шириной 10 см в центре, связанной с межпластовым сбросом; д – деталь строения гряды окремнелых алевролитов с острым, трещиноватым гребнем.

точной стенки полуразрушенного северного мола, узкому пляжу вдоль восточной стенки мола в его южной части и осушению значительной площади прилегающего скального дна, этот участок бенча возник после землетрясения 2 августа в результате сейсмогенного поднятия на 1–1.5 м (рис. 8 а, б). Протяженность острова с севера на юг достигает 2 км при ширине до 150–210 м (рис. 8 в, г). С западной стороны он почти недоступен из-за рифов, местами с выходами пластов окремнелых алевролитов с острыми режущими краями (рис. 8 г, д). Рельеф бенча – ложбинно-грядовый с двумя крупными, но неглубокими (до 1–1.5 м) заливами. Пласты невеликих алевролитов здесь также круто падают к западу и в рельефе четко выделяются из-за отсутствия наносов. Наиболее крупные гряды имеют высоту до 1 м и связаны, вероятно, с межпластовыми сбросами и, отчасти, с выходами прочных окремнелых алевролитов (рис. 8 г, д). Валунно-галечные осадки обнаружены лишь у западной стенки мола, где они слагают узкий пляж (рис. 8б). На подводном продолжении острова к северу эхопрофилем № 307 обнаружены продольные структурные гряды, частью перегораживающие выход из Ловецкой бухты и связанные, видимо, с выжиманием невеликих алевролитов при крипе (рис. 2, 9). Высота гряд достигает 10 м, что на порядок выше амплитуды сейсмогенного поднятия невеликих бенчей (см. выше). Следовательно, они возникли задолго до 2.08.2007 г., что важно подтвердить при их водолазном обследовании, включая и скальную гряду высотой более 6–8 м с многочисленными подводными и надводными рифами, перегораживающую соседнюю (в 4 км к северу) Ясноморскую бухту, обнаруженную во время промера 6 сентября.

На акватории Невельского порта максимальные (до 7.3 м) глубины дна в восточной части, по данным батисъемки 6 сентября и попутного промера с траулеров (данные капитана порта), не изменились после землетрясения, хотя именно здесь наблюдался массовый выход метана 3 августа. Однако во время батисъемки здесь были лишь отдельные струи, а максимум газовой выделению наблюдался на выходе из порта (фарватер между северным и южным молами, ограниченный створными знаками). Метан, вероятно, связан с угольными и/или нефтяными пластами (вскрыты Ловецкой поисковой скважиной, пробуренной в долине одноименной реки в 4 км от ее устья). Наличие газа в придонном осадочном разрезе близ края шельфа ЮЗ Сахалина, сло-

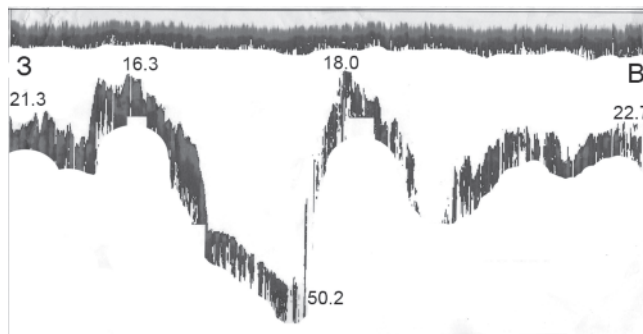


Рис. 9. Эхограмма №307 прибрежного промера 06.09.2007 г.

Глубины дна – в футах, положение эхопрофиля – на рис. 2.

женном в основном переотложенными продуктами его абразии, фиксирует известная в сейсморазведке МОВ отражающая граница BSR (bottom-simulating reflector [23 и др.]) в подошве слоя газогидратов на профиле МОГТ №11 (рис. 4). Последние в Татарском проливе впервые были обнаружены в придонных осадках мелкой скважиной ДВМИГЭ на Изыльметьевской газовой площади его сахалинского шельфа близ п-ова Ламанон [12].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные деформации Невельского цунамигенного землетрясения 2 августа 2007 г. охватили юго-западный шельф Сахалина и прибрежное мелководье. Здесь подняты на 0.5–1.5 м и почти осушены три участка скального дна (южный, центральный и северный бенчи близ порта Невельск). В рамках новой тектонической модели Камышового антиклинория [16], землетрясение, вероятно, было связано с медленным гравитационным сползанием (крип) кайнозойского осадочного чехла и подстилающей верхней коры на его западном склоне. Местами крип сопровождался выжиманием алевролитов невеликой свиты, формирующих меридиональные подводные гряды мористее Ловецкой и Ясноморской бухт. Сравнение аэрофотоснимков, сделанных до и после землетрясения, показало, что бенчи повторяют контуры приподнятых ранее участков мелководья (т.н. банки). Следовательно, подвижки верхней коры при Невельском землетрясении происходили в рамках сложившегося тектонического плана, т.е. унаследованно. Отметим также устойчивость бенчей к абразии, которая обусловлена отсутствием наносов, особенно валунно-галечных, литологией осадочных пород невеликой свиты (прочные, частью окремнелые алевролиты), и крутым уступом по внешнему краю юж-

ного и центрального бенчей. Тектонический сценарий Невельского землетрясения можно видеть в материалах наблюдений сетей донных и береговых сейсмографов роя афтершоков верхнекорового землетрясения в 2007 г. (М 6.9) на тыловом, япономорском шельфе Центрального Хонсю, где главный сейсморазрыв представлял собой взброс, падающий к востоку [27].

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы благодарны В.М. Кайстренко (ИМГиГ), Н.А. Урбан (СФ ГС РАН), Т.Н. Ивельской (Сахцентр цунами), Н.Г. Разжигайевой (ТИГ, Владивосток), С.А. Чиркову (ИВиС, Петропавловск-Камчатский), П.Ю. Королеву (ИМГиГ) за совместную работу по обследованию зоны Невельского землетрясения и фотографии, представленные в статье. Особую признательность следует выразить вице-мэру Невельского района В.П. Мясникову, сопровождавшему и консультировавшему сотрудников ИМГиГ ДВО РАН и СФ ГС РАН во время обследования, проявившему неподдельную заинтересованность в успешном изучении этого знакового события в современной тектонической истории Западной Пацифики. Настоящая работа частично поддержана грантами РФФИ 05-05-64733 и ДВО 06-1-ОНЗ-106

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Атлас береговой зоны Сахалина. Владивосток: Изд-во ДВГУ, 2002. 57 с.
2. Балабко Г.Ф., Ефременков А.Ф., Еремина Г.Ф. и др. Комплексные региональные исследования в южной части Татарского пролива (объект 17/78). Южно-Сахалинск: Тихоокеан. морская геол.-геофиз. нефтегазовая экспедиция, 1979. 197 с.
3. Викулин А.В. Упругие волны крутильной поляризации в литосфере // Пятый Всероссийский симпозиум «Физика геосфер»: Материалы докладов. Владивосток: ТОИ ДВО РАН, 2007. С. 136–140.
4. Волгин П.Ф., Корнев О.С., Васюк Б.С. К перспективам нефтегазоносности прогиба Анива о. Сахалин // Строение земной коры и перспективы нефтегазоносности в регионах северо-западной окраины Тихого океана. Южно-Сахалинск: ИМГиГ ДВО РАН, 2000. Т. 1. С. 67–75.
5. Геология, геодинамика и перспективы нефтегазоносности осадочных бассейнов Татарского пролива. Владивосток, 2004. 219 с.
6. Геология СССР. Т. 33. Остров Сахалин. М.: Недра, 1970. 431 с.
7. Злобин Т.К. Динамика сейсмического процесса и строение очаговых зон сильных землетрясений Сахалина и Курил. Южно-Сахалинск: СахГУ, 2005. 137 с.
8. Кайнозой Сахалина и его нефтегазоносность. М.: ГЕОС, 2002. 224 с.
9. Кайстренко В.М., Ломтев В.Л., Урбан Н.А. и др. Невельское цунами 2 августа 2007 года // Проблемы сейсмобезопасности Дальнего Востока и Восточной Сибири: Тез. докл. междунар. симпоз. Южно-Сахалинск: ИМГиГ ДВО РАН, 2007. С. 133.
10. Кучай В.К. Современная орогенная структура южной части острова Сахалин // Тихоокеан. геология. 1987. № 1. С. 50–57.
11. Левин Б.В., Ким Чун Ун, Тихонов И.Н. Горнозаводское землетрясение 17(18) августа 2006 года на юге о-ва Сахалин // Тихоокеан. геология. 2007. Т. 26, № 2. С. 102–108.
12. Ломтев В.Л., Жигулев В.В., Кононов В.Э., Агеев В.Н. Возможности непрерывного сейсмопрофилирования (НСП) при нефтегазописковых исследованиях // Геодинамика, геология и нефтегазоносность осадочных бассейнов Дальнего Востока России. Южно-Сахалинск: ИМГиГ ДВО РАН, 2004. Т. 1. С. 107–119.
13. Ломтев В.Л., Кайстренко В.М., Андреева М.Ю. и др. Особенности тектонических деформаций при Невельском (02.08.2007 г.) цунамигенном землетрясении (М~6.1) // Проблемы сейсмобезопасности Дальнего Востока и Восточной Сибири: Тез. докл. междунар. симпоз. Южно-Сахалинск: ИМГиГ ДВО РАН, 2007. С. 43.
14. Ломтев В.Л., Кононов В.Э. Проблемы тектоники Северо-Татарского трога // Строение, геодинамика и металлогения Охотского региона и прилегающих частей Северо-Западной Тихоокеанской плиты. Южно-Сахалинск: ИМГиГ ДВО РАН, 2002. Т. 1. С. 227–228.
15. Ломтев В.Л., Круляк В.Ф., Савицкий В.О. Геологическое строение, история геологического развития в неогене и направление нефтепоисковых работ в северной части Татарского пролива // Геология и стратиграфия кайнозойских отложений Северо-Западной Пацифики. Владивосток: ДВО АН СССР, 1991. С. 63–69.
16. Ломтев В.Л., Никифоров С.П., Ким Чун Ун. Тектонические аспекты коровой сейсмичности Сахалина // Вестн. ДВО РАН, 2007. № 4. С. 64–71.
17. Мельников О.А. Структура и геодинамика Хоккайдо-Сахалинской складчатой области. М.: Наука, 1987. 94 с.
18. Паровышний В.А. Надвиговые системы в кайнозойских прогибах Чукотки и Сахалина: Автореф. дис. ... канд. геол.-минер. наук. Южно-Сахалинск: ИМГиГ ДВО РАН, 2005. 23 с.
19. Региональный каталог землетрясений острова Сахалин, 1905-2005. Южно-Сахалинск: ИМГиГ ДВО РАН, 2006. 104 с.
20. Рождественский В.С. Тектоническое развитие острова Сахалин // Тихоокеан. геология. 1987. № 3. С. 42–51.
21. Сергеев К.Ф. О тектонической природе поднятия Западно-Сахалинских гор // Тихоокеан. геология. 1982. № 1. С. 75–83.
22. Смехов Е.М. Геологическое строение острова Сахалин и его нефтегазоносность. М.: Гостоптехиздат, 1953. 321 с.
23. Тектоническое районирование и углеводородный потенциал Охотского моря. М.: Наука, 2006. 130 с.
24. Урбан Н.А., Фокина Т.А., Коваленко Н.С. и др. Макросейсмические проявления Невельских землетрясений 2 августа

- та 2007 года (препринт). Южно-Сахалинск: ИМГиГ ДВО РАН, 2008. 60 с.
25. Чуйко Л.С., Куделькин В.В., Карпей Т.И. и др. Комплексные рекогносцировочные геофизические исследования в Охотском море (объект 11/86). Южно-Сахалинск: Трест "Дальморнефтегеофизика", 1988. 284 с.
26. Хаин В.Е. Региональная геотектоника. Северная и Южная Америка, Антарктида и Африка. М.: Наука, 1971. Т. 1. 548 с.
27. Sato H., Iwasaki T., Kanazawa T. et al. Characterization of the 2007 Noto Hanto earthquake, Central Japan: insights from seismic profiling, aftershock observations, and co-seismic crustal deformation // Bull. Earthq. Res. Inst. Univ. Tokyo, 2007. P. 369–379.

V.L. Lomtev, M.G. Gurinov

Tectonic conditions of Nevelsk earthquake (August 2, 1007, M~6.1)

The paper offers data of field investigation and study of coastal tectonic deformations of the August 2, 2007, M~6.1 Nevelsk tsunamigenic earthquake in August-September, 2007. As a result, the southern, central and northern benches were uplifted for 0.5-1.5 m and partly drained. Also, structural ridges, seaward of Lovetskaya Bay, formed. On the basis of the new model of Kamyshovy (West-Sakhalin) anticlinorium as a structure of Quaternary or Middle Quaternary crust shear, possible relation of the earthquake to slow gravitational creep or creep of the upper crust at its western slope accompanied with squeezing of Middle Miocene Nevelsk siltstones is discussed.

Key words: crust shear, anticlinorium, Nevelsk earthquake, creep, tectonopair, shelf, South Sakhalin.