

## СЕВЕРО-ВОСТОК РОССИИ

Е.И. Алёшина, С.В. Курткин, Л.И. Карпенко, Б.М. Седов

Магаданский филиал ФИЦ ЕГС РАН, г. Магадан, *evgeniya@mems.d.ru*

Сейсмический мониторинг территории Магаданской области, Чукотского автономного округа (ЧАО) и шельфов прилегающих морей (Охотского, Чукотского, Берингова и Восточно-Сибирского) в 2011 г. осуществлялся сетью из 14-ти постоянных и двух временных цифровых сейсмических станций Магаданского филиала ГС РАН. В Магаданской области действовали 11 станций, в том числе группа из трех станций, установленная с целью мониторинга Аргакалинской ГРЭС, в ЧАО – четыре («Провидения», «Билибино», «Анадырь», «Нешкан»), в Хабаровском крае – одна («Охотск»). С 6 апреля 2011 г. по 9 ноября 2011 г. станция «Нешкан» не работала из-за неполадок с оборудованием. Для определения параметров землетрясений, произошедших в приграничных с Саха (Якутией) районах, использовались также данные станций Якутского филиала ГС СО РАН.

Сведения о станциях, типах и параметрах регистрирующей аппаратуры приведены в Приложении к наст. ежегоднику [1] на CD. Положение сейсмических станций МФ ГС РАН и энергетическая представительность землетрясений  $K_{\min}$  по наблюдениям действовавшей сети показана на рис. 1. Данные как постоянных, так и временных станций использовались для определения параметров землетрясений, включенных в каталог [2].

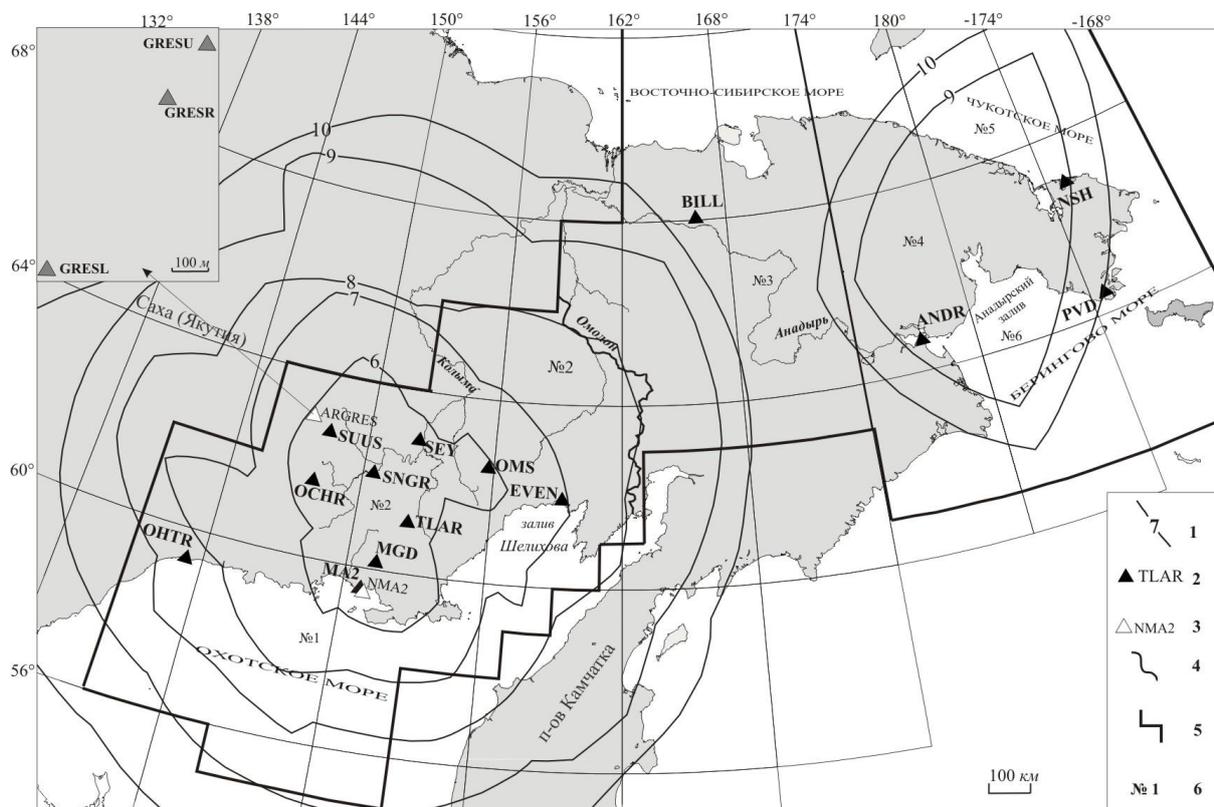


Рис. 1. Карта энергетической представительности  $K_{\min}$  землетрясений Северо-Востока России и расположение сейсмических станций в 2011 г.

1 – изолиния  $K_{\min}$ ; 2, 3 – сейсмическая станция, постоянная и временная соответственно; 4, 5 – граница района и региона соответственно; 6 – номер района; на врезке в левом верхнем углу показано расположение станций в группе «АгGRES».

Минимальный уровень энергии представительных землетрясений в центре Колымы (район № 2) соответствует  $K_{\min}=6.0$ . Площади, ограниченные изолиниями  $K_{\min}$  всех энергетических классов в 2011 г., практически не изменились, по сравнению с таковыми в 2010 г. [3]. На территории ЧАО станции «Билибино», «Нешкан», «Провидения» и «Анадырь» (в районах № 4–6) могут регистрировать землетрясения с  $K_p \geq 9.0$ .

В каталог [2] землетрясений Северо-Востока и приграничных районов за 2011 г. включены сведения о 359 событиях с  $K_p=3.2-12.9$ . Из них 43 землетрясения находятся за границами зоны ответственности сети МФ ГС РАН: 41 событие на территории Саха (Якутия) и два – на Камчатке. Карта эпицентров землетрясений, включенных в каталог [2], представлена на рис. 2.

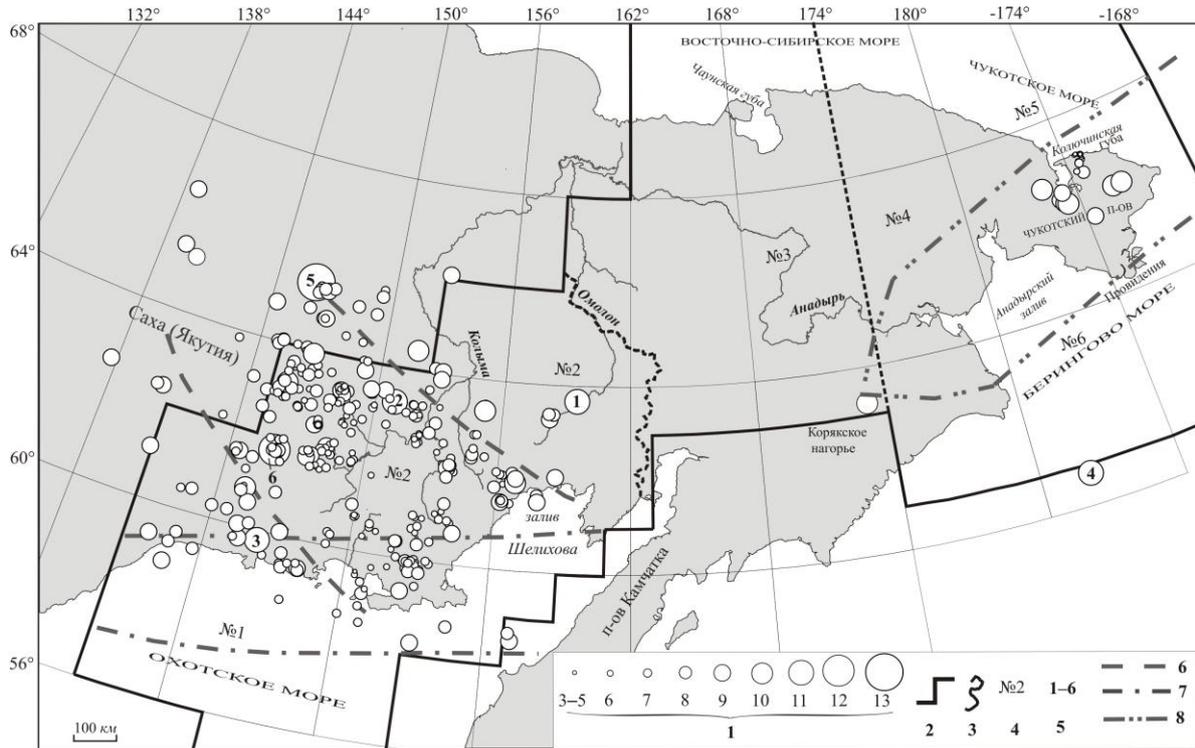


Рис. 2. Карта эпицентров землетрясений Северо-Востока России за 2011 г.

1 – энергетический класс  $K_p$ ; 2, 3 – граница района и региона соответственно; 4 – номер района; 5 – номер сильного ( $K_p \geq 10.6$ ) землетрясения, указанного в графе 2 каталога [2]; 6 – граница фрагмента сейсмического пояса Черского [4]; 7 – граница Северо-Охотского сейсмического пояса [5]; 8 – граница Транс-Берингийского сейсмического пояса (ТБСП) [6].

Все землетрясения региона приурочены к известным сейсмически активным зонам: поясу Черского северо-западного простирания, Северо-Охотскому поясу субширотного направления и Транс-Берингийскому сейсмическому поясу (ТБСП) северо-восточной ориентации (рис. 2).

Большинство сейсмических событий произошло вдоль сейсмического пояса Черского. При этом наиболее активна была его северо-западная часть, вблизи границы с Саха (Якутией). Отдельные события зарегистрированы в восточной части района № 2. Активным было побережье Охотского моря (центральная часть Северо-Охотского пояса). На Чукотке эпицентры землетрясений локализованы в северо-восточной части ТБСП, в районе Колочинской губы.

Определение основных параметров землетрясений проводилось с помощью программы НУР2DT (версия 7.1), предоставленной К. Дж. Мяки (Мичиганский университет, Ист-Лансинг, США). Координаты эпицентров землетрясений рассчитывались с использованием времен пробега прямых и преломленных  $P$ - и  $S$ -волн [7]. Гипоцентры всех землетрясений расположены в пределах земной коры на глубинах  $h \leq 33$  км.

Распределение землетрясений по энергетическим классам и выделенной ими суммарной сейсмической энергии в районах представлены в табл. 1.

Суммарная сейсмическая энергия, выделившаяся в 2011 г. внутри границ региона, согласно каталогу [2], составила  $\Sigma E=10.066 \cdot 10^{11}$  Дж, что в 45.6 раз меньше, чем в 2010 г. ( $\Sigma E=459.255 \cdot 10^{11}$  Дж [3]). Значительное превышение количества высвобожденной сейсмической энергии в 2010 г., по сравнению с таковой в 2011 г., связано, в основном, с землетрясениями, произошедшими 2 августа 2010 г. с  $K_p=13.6$  (Верхнекулинское) в районе Колымы и 14 февраля 2010 г. с  $K_p=12.6$  – на Восточной Чукотке. В их очагах высвободилась энергия, равная  $\Sigma E=437.918 \cdot 10^{11}$  Дж, или 93 % от общего ее значения в 2010 г. в границах региона. Но в 2011 г. событий с такой энергией зафиксировано не было (табл. 1). Число зарегистрированных в регионе землетрясений в 2011 г. в зоне ответственности осталось таким же, как и в 2010 г. (2011 г. –  $N_{\Sigma}=316$ ; 2010 г. –  $N_{\Sigma}=316$ ).

**Таблица 1.** Распределение числа землетрясений по энергетическим классам  $K_p$  и суммарная сейсмическая энергия  $\Sigma E$  по районам Северо-Восток России за 2011 г.

№	Район	$K_p$											$N_{\Sigma}$	$\Sigma E,$ $10^{11}$ Дж	
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13			
1	Охотское море				2	5	6	4						17	0.063
2	Колыма			1	56	124	57	25	5	3	1			272	8.500
3	Западная Чукотка									1				1	0.100
4	Восточная Чукотка	2	5	4	2	1	2	5	4					25	0.403
5	Чукотское море														
6	Берингово море										1			1	1.000
	Всего на Северо-Востоке	2	5	5	60	130	65	34	10	4	1			316	10.066
	Приграничные территории:														
	Якутия					10	19	10	1				1	41	79.658
	Камчатка						1	1						2	0.034
	Всего					140	85	45	11	4	1	1		359	89.758

Ощутимых землетрясений в 2011 г. было три: 4 марта в  $08^h53^m$  с  $K_p=11.3$  (3), 16 ноября в  $22^h05^m$  с  $K_p=12.9$  (5) и 23 ноября в  $07^h11^m$  с  $K_p=11.6$  (6) [8]. У двух событий (4 марта и 23 ноября) интенсивность сотрясений не превышала  $I=2$  баллов по шкале MSK-64 [9]. Землетрясение 16 ноября ощущалось в пос. Сасыр ( $\Delta=43$  км) с интенсивностью  $I=4$  балла. Сотрясения от ощутимых землетрясений 2011 г. были зафиксированы всего в трех населенных пунктах: Иня, Хабаровский край; пос. Сасыр, Якутия; пос. Усть-Омчуг, Магаданская область [10].

Самое сильное ( $K_p=11.6$ ) землетрясение (6) в пределах зоны ответственности произошло 23 ноября в  $07^h11^m$  в районе № 2, в очаговой области Верхнекулинского землетрясения 2 августа 2010 г. с  $K_p=13.6$ ,  $M_w=5.3$ ,  $I_0^p=7$  [11].

Максимальный класс ( $K_p=12.9$ ,  $M_w=5.1$ ) в каталоге [2] имеет землетрясение (5), произошедшее 16 ноября в  $22^h05^m$  вне зоны ответственности сети региона. Оно сопровождалось афтершоками ( $N=7$ ,  $K_p=7.3-9.1$ ). Их эпицентры образуют область изометричной формы размером  $25 \times 35$  км (рис. 3). Главное событие ограничивает положение зоны афтершоков с северо-запада, что является характерной особенностью большинства афтершоковых зон Северо-Востока [12]. Эпицентр основного толчка и его афтершоки приурочены к юго-западному окончанию крупнейшего глубинного разлома Улахан (рис. 3). Землетрясение ощущалось в Якутии, в пос. Сасыр ( $\Delta=43$  км) с интенсивностью 4 балла: был слышен подземный гул, звенела посуда.

Минимальное значение энергетического класса в каталоге [2] соответствует  $K_p=3.2$  и характеризует событие в районе № 5 (Чукотское море) вблизи пос. Нешкан (рис. 2).

Проанализируем особенности сейсмичности Северо-Востока России в 2011 г. по отдельным районам.

Район **Охотское море (№ 1)** характеризовался слабой сейсмичностью. Здесь локализованы 17 землетрясений с  $K_p=5.9-9.5$ . Их количество составляет 5.4 % от общего числа, а доля выделившейся сейсмической энергии всего 0.6 % ( $\Sigma E=0.063 \cdot 10^{11}$  Дж). Область эпицентров вытянута в субширотном направлении, вдоль северного побережья Охотского моря, от г. Охотска на западе до п-ова Камчатка на востоке, и располагается в Северо-Охотоморском сейсмическом поясе [5].

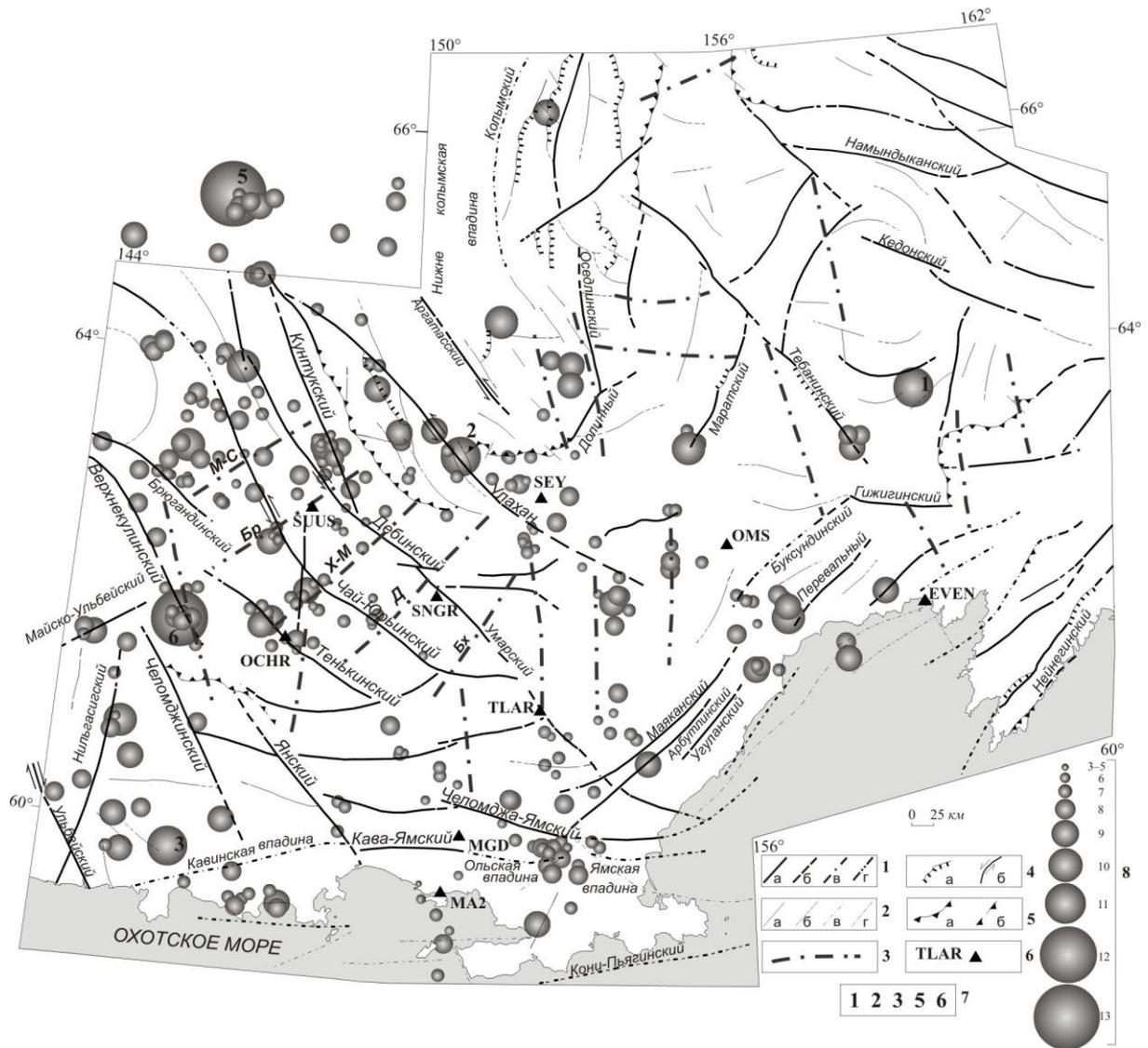


Рис. 3. Тектоническая схема района Колымы [13] и положение эпицентров землетрясений за 2011 г.

1 – крупнейшие разломы: установленные (а), предполагаемые (б), скрытые под молодыми образованиями (в) и в акватории моря (г); 2 – прочие тектонические нарушения: установленные (а), предполагаемые (б), скрытые под молодыми образованиями (в) и в акватории моря (г); 3 – скрытые разломы фундамента: М-С – Малък-Сиенский, Бр – Берелёхский, Х-М – Хейджано-Мылгинский, Д – Детринский, Бх – Бахапчинский; 4 – разломы: надвиги (а), сдвиги (б); 5 – краевые ограничения установленных (а) и предполагаемых (б) шарьяжей; 6 – сейсмическая станция; 7 – номера сильных ( $K_p \geq 10.6$ ) землетрясений, указанных в графе 2 каталога [2]; 8 – энергетический класс землетрясений  $K_p$ .

В районе **Колымы (№ 2)** зарегистрировано наибольшее число землетрясений ( $N=272$ ) с  $K_p=5.2-11.6$ , или 86 % от общего числа событий в регионе. Суммарная сейсмическая энергия, выделенная землетрясениями района № 2, равна  $\Sigma E=8.5 \cdot 10^{11}$  Дж, что составляет 84 % от величины суммарной энергии всех зарегистрированных в регионе событий. Основное количество энергии ( $E=3.981 \cdot 10^{11}$  Дж или 47 %) высвободилось в очаге сильного ( $K_p=11.6$ ) землетрясения (б), произошедшего 23 ноября в 07<sup>h</sup>11<sup>m</sup>. Оно предварялось семью форшоками, энергетический класс которых находился в пределах  $K_p=6.1-7.5$ . Афтершоковая последовательность состояла из десяти толчков с  $K_p=6.5-8.1$  (рис. 4). Параметры землетрясений, составляющих форшок-афтершоковую серию, приведены в [2]. Область их эпицентров, протяженностью 23 км, вытянута вдоль Верхнекулинского разлома северо-западного простирания (рис. 3, 4). Очаг землетрясения 23 ноября 2011 г. располагался в 24 км восточнее (рис. 4) эпицентра упомянутого выше Верхнекулинского землетрясения [11]. Возможно, событие 23 ноября 2011 г. является большим афтершоком Верхнекулинского землетрясения, или это отдельное явление, возглавляющее свою серию.

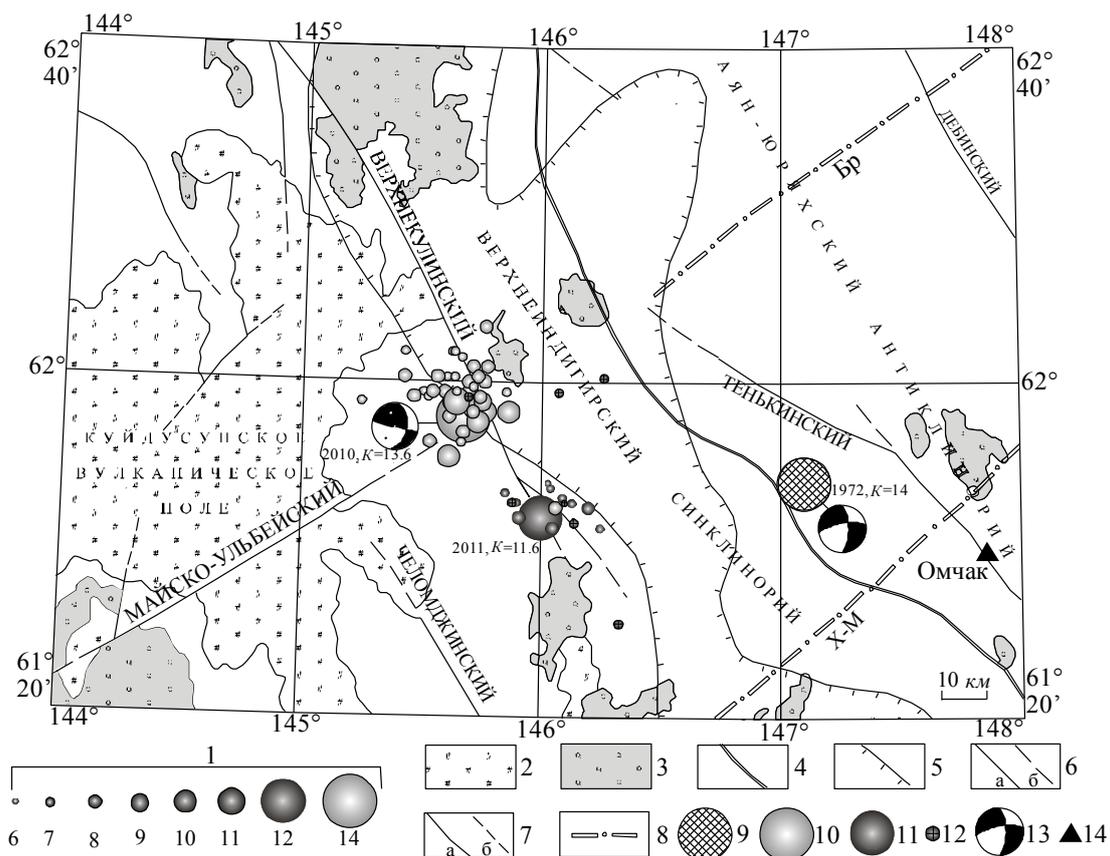


Рис. 4. Тектоническая схема [13] эпикаentralной зоны землетрясения 23 ноября в  $07^{\text{h}}11^{\text{m}}$  с  $K_p=11.6$

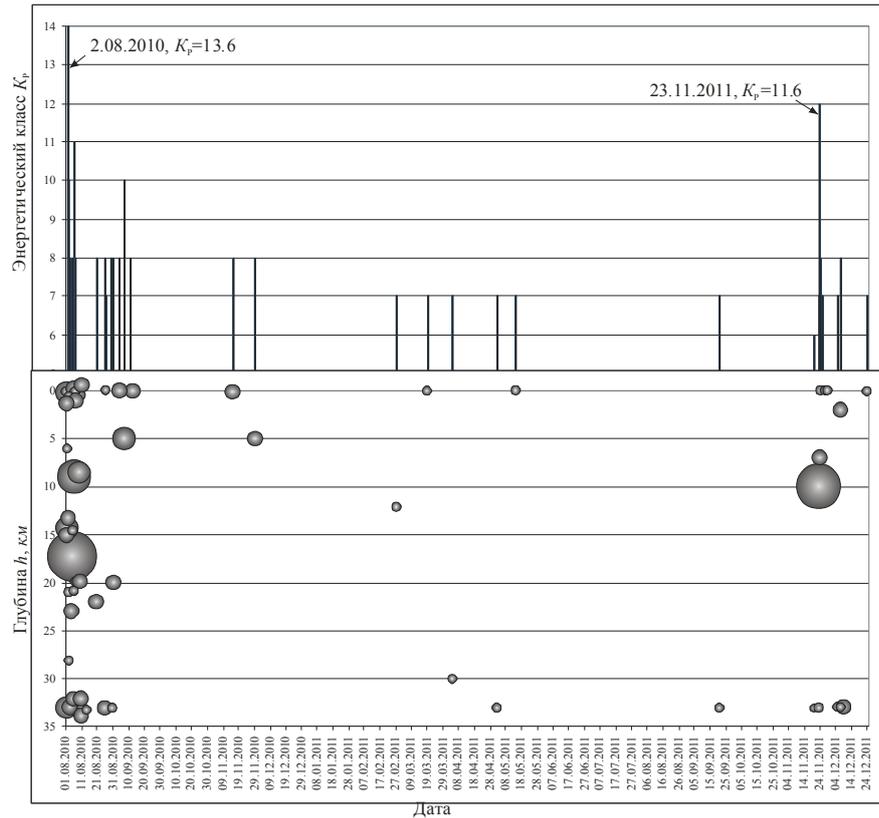
1 – энергетический класс  $K_p$ ; 2 – вулканиты Охотско-Чукотского вулканогенного пояса (ОЧВП) и наложенных впадин; 3 – гранитоидные массивы; 4 – границы крупных структурных элементов; 5 – огибающие контуры Тас-Кыстабытской зоны тектоно-магматической активизации; 6 – крупнейшие глубинные разломы: установленные (а), предполагаемые (б); 7 – прочие тектонические нарушения: установленные (а), предполагаемые (б); 8 – скрытые разломы фундамента: Бр – Берелёхский, Х-М – Хейджано-Мылгинский; 9 – эпицентр Кулинского землетрясения 13 января 1972 г. с  $K_p=14.0$  [15, 16]; 10 – эпицентры Верхнекулинского землетрясения и его афтершоков 2010 г. [11]; 11 – эпицентры 2011 г.; 12 – форшоки 2011 г.; 13 – механизмы очагов: Верхнекулинского землетрясения 2010 г. по данным GСMT [14] и Кулинского 13.01.1972 г. – по [16]; 14 – сейсмическая станция «Омчак».

Графики изменения во времени энергетических классов  $K_p$  и глубин гипоцентров землетрясений очаговой зоны землетрясения 23 ноября 2011 г. и Верхнекулинского землетрясения 2 августа 2010 г. представлены на рис. 5. Диапазон глубин афтершоков составил  $h=0-33$  км. Как видно из рис. 5, самые сильные ( $K_p \geq 10$ ) землетрясения находятся в диапазоне глубин  $h=9-17$  км.

Землетрясение ощущалось с интенсивностью  $I=2$  балла в пос. Усть-Омчуг, находящемся на расстоянии 200 км от эпицентра. Некоторые жители поселка, находившиеся на верхних этажах пятиэтажных зданий и в деревянных одноэтажных домах, ощутили толчок снизу и легкие колебания.

Эпикаentralная область Верхнекулинского землетрясения 02.08.2010 г. [11] – одна из активных зон Колымского района, где ранее происходили сильные землетрясения. Так 13 января 1972 г. здесь произошло Кулинское землетрясение с  $K_p=14$  (на расстоянии 63 км восточнее от эпицентра 2011 г.), при котором интенсивность сотрясений в поселках Магаданской области достигала 6 баллов [16].

Сильное ( $K_p=11.0$ ) землетрясение (2) произошло 3 марта в  $03^{\text{h}}06^{\text{m}}$ . Оно приурочено к крупнейшему на Северо-Востоке глубинному разлому Улахан (рис. 3). Эпицентр располагается в области сочленения Улахана с более мелкими, оперяющими его разрывными нарушениями, и краевым ограничением шарьяжа, горизонтальная амплитуда смещения которого 10–35 м [13]. Афтершоки не зарегистрированы, хотя в этом районе без пропусков регистрируются события с  $K_p \geq 5.6$ . В ближайшем населенном пункте пос. Сеймчан ( $\Delta=80$  км) это землетрясение не ощущалось.



**Рис. 5.** Изменение во времени энергетического класса  $K_p$  и глубины гипоцентров  $h$  афтершоков Верхнекулинского землетрясения 2 августа 2010 г. и землетрясения 23 ноября 2011 г.

График построен для землетрясений, эпицентры которых нанесены на рис. 4.

Отметим, что 19 июня 1974 г., в 7 км южнее, произошло Эльгенское землетрясение с  $K_p=13.0$ ,  $MLH=4.9$  [17], шести- и семи-балльные проявления которого наблюдались в ряде поселков Магаданской области: Эльген, Туоннах, Таскан, метеостанциях Каньон и Лазо, на эпицентральных расстояниях 20–40 км. В настоящее время все они закрыты, населения там нет. Особенностью Эльгенского землетрясения 1974 г. было отсутствие афтершоков, как и у события 23 ноября 2011 г.

Другое сильное ( $K_p=11.3$ ) землетрясение (3) произошло 4 марта в 08<sup>h</sup>53<sup>m</sup> вблизи границы с Хабаровским краем, в 40 км от берега Охотского моря (рис. 3). Его эпицентр приурочен к крупному Кава-Ямскому разлому субширотного простирания. В районе эпицентра он скрыт кайнозойскими отложениями Кавинской впадины (рис. 3). Афтершоки не зарегистрированы, макросейсмические проявления не отмечены.

Наблюдается концентрация эпицентров 22-х землетрясений с  $K_p=6.0-9.2$  между разломами Дебинский и Кунтукский (Иньяли-Дебинский синклиний) (рис. 3). Зона эпицентров вытянута вдоль Кунтукского разлома северо-западного простирания на расстояние около 56 км. Это также одна из самых активных зон региона, она расположена в 50 км севернее г. Сусуман в верховьях р. Мылга. Ежегодно здесь отмечаются скопления эпицентров землетрясений, большинство из которых с малыми энергетическими классами  $K_p=6.0-8.0$ . Некоторые землетрясения имели макросейсмические проявления. Так, землетрясение 14 мая 2003 г. с  $K_p=11.1$  ощущалось в г. Сусуман ( $\Delta=38$  км) с интенсивностью  $I=4$  балла [18].

Большинство землетрясений района Колымы (№ 2) располагаются в пределах юго-восточной части сейсмического пояса Черского [3].

На территории **Западной Чукотки (район № 3)** 22 августа в 14<sup>h</sup>58<sup>m</sup> зарегистрировано землетрясение с  $K_p=10.0$ . Оно произошло в районе Корякского нагорья, в юго-западной части ТБСП (рис. 2). Сведений об его макросейсмических проявлениях не поступало.

В районе **Восточной Чукотки (№ 4)** локализовано 25 землетрясений  $K_p=3.2-10.0$  (рис. 2, 6). Суммарная сейсмическая энергия в их очагах равна  $\Sigma E=4.03 \cdot 10^{10}$  Дж, что состав-

ляет 4 % от всей выделившейся сейсмической энергии землетрясений, зарегистрированных на Северо-Востоке.

Гипоцентры землетрясения района № 4, включенные в каталог [2], имеют различные способы определения. Девять событий, определенных по стандартной методике, описанной выше, нанесены на карту эпицентров (рис. 6) светлыми кружками. Координаты 19-ти событий (темные кружки на рис. 6) определены по данным одной станции «Нешкан» (NSH), поскольку сейсмическая сеть Чукотки, включающая станции «Билибино», «Анадырь» и «Провидения», не регистрирует землетрясения района с Нешкан при энергетическом классе  $K_p \leq 8.0$ . Для расчета гипоцентров использовалась программа DIMAS [19], с применением годографа, построенного для Северо-Востока Т.А. Андреевым [20] (глубина очага ограничивалась до 5 км).

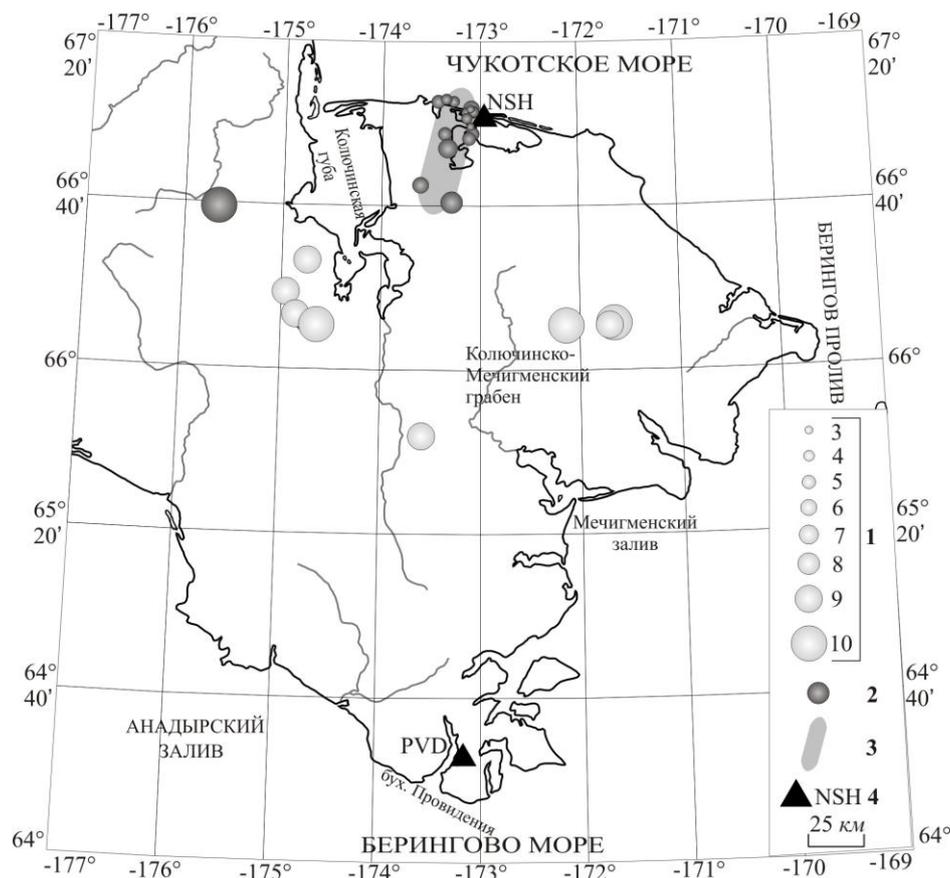


Рис. 6. Карта эпицентров землетрясений Чукотского п-ова, зарегистрированных в 2011 г.

1 – энергетический класс  $K_p$ ; 2 – эпицентры, определенные по данным одной станции «Нешкан»; 3 – зона активного Лоловеевского разлома по [6], совпадающая с линейным распределением эпицентров, вычисленных по одной станции «Нешкан»; 4 – сейсмическая станция и ее код.

Область эпицентров из 15-ти землетрясений вблизи Нешкана вытянута в север–северо-восточном направлении и совпадает с зоной Лоловеевского активного разлома (рис. 6). Этот разлом, расположенный к западу от с. Нешкан на расстоянии около 1 км, был выявлен в результате полевых исследований в 2003 г. [6, 21].

Другая группа из шести эпицентров землетрясений с  $K_p=8.5–9.9$  локализована западнее Колючинской губы. В районе Колючинско-Мечигменского грабена зарегистрированы 4 землетрясения с  $K_p=9.4–10.0$ .

В районе **Чукотского моря (№ 5)** локализованы несколько слабых землетрясений на расстоянии около 1 км от береговой линии, поэтому эти события включены в анализ сейсмичности района Восточной Чукотки (№ 4).

В **Беринговом море (район № 6)** 26 июня в 09<sup>h</sup>55<sup>m</sup> зарегистрировано землетрясение (4) с  $K_p=11.0$  (рис. 2). Следует отметить, что за весь период наблюдений с 1928 г. в этом районе землетрясения не фиксировались.

Станциями Чукотки зарегистрировано также более 235 сейсмических событий с  $K_p=3.0-10.8$ , координаты которых определить не удалось, в основном из-за записи землетрясений только одной станцией и слабых вступлений продольных волн, когда невозможно определить азимут на эпицентр. Более сильные землетрясения не удалось лоцировать из-за длительных простоев станций, связанных с отключениями электричества. Сведения о самых сильных землетрясениях с  $K_p \geq 9.6$  на территории ЧАО приведены в табл. 2.

**Таблица 2.** Сведения о сильных ( $K_p \geq 9.6$ ) землетрясениях на территории ЧАО в 2011 г., координаты которых не определены

№	Дата д м	$t_0$ , ч мин с	$K_p$	Пункт	$\Delta$ , км	Макросейсмические данные
1	01.01	01 51 55.6	10.4	Нешкан	107	
2	03.02	00 11 21.0	10.4	Нешкан	108	
3	15.03	05 11 40.8	9.7	Нешкан	101	
				Билибино	783	
4	23.03	14 24 59.0	9.7	Нешкан	98	
5	08.05	17 05 26.3	10.0	Провидения	196	
6	12.05	20 06 45.7	9.8	Провидения	284	
9	22.05	14 49 08.3	10.8	Провидения	305	
10	31.05	06 24 38.9	10.8	Провидения	163	
11	01.07	16 13 17.7	9.8	Провидения	121	
12	05.09	00 02 01.6	9.7	Провидения	280	Нешкан – 3 балла
13	24.09	15 58 24.8	10.4	Провидения	448	
14	08.10	19 00 31.2	9.6	Провидения	116	
15	25.10	11 40 28.3	9.8	Провидения	66	
16	08.11	04 30				Нешкан – 4 балла

Два землетрясения были ощутимыми. Одно из них произошло 5 сентября в 00<sup>h</sup>02<sup>m</sup> с  $K_p=9.7$ . Его зарегистрировала одна станция «Провидения», находящаяся на расстоянии 280 км от эпицентра (табл. 2). Некоторые жители с. Нешкан ощутили незначительные сотрясения и отметили колебания висячих предметов ( $I=3$  балла). Другое ощутимое землетрясение осталось инструментально не подтвержденным. Со слов жителей с. Нешкан, 8 ноября примерно в 04<sup>h</sup>30<sup>m</sup> многие услышали подземный гул, вслед за ним дребезжание окон, скрип полов ( $I=4$  балла).

В целом сейсмическая активность Северо-Востока России в 2011 г., по сравнению с таковой в 2010 г. [3], изменилась следующим образом: по числу землетрясений в зоне ответственности – полное совпадение ( $N_{\Sigma}=316$  в 2010 г. и в 2011 г.), но количество выделившейся сейсмической энергии по районам и в регионе на 2.5 порядка меньше, чем в 2010 г. ( $\Sigma E=1.001 \cdot 10^{12}$  Дж вместо  $\Sigma E=4.59 \cdot 10^{13}$  Дж). Однако для всех зарегистрированных землетрясений, вместе с внешними, соотношения несколько иные: в 2010 г. –  $N_{\Sigma}=347$ ,  $\Sigma E=4.61 \cdot 10^{13}$  Дж [3]; в 2011 г. –  $N_{\Sigma}=359$ ,  $\Sigma E=8.76 \cdot 10^{13}$  Дж (табл. 1), т.е. число землетрясений на 12 событий возросло, но по энергии спад уже почти на 3 порядка.

Пространственно все землетрясения Северо-Востока России сосредоточены в крупных сейсмогенных поясах: Черского, Северо-Охотском и ТБСП.

#### Л и т е р а т у р а

1. Курткин С.В., Алёшина Е.И. (сост.). Сейсмические станции Северо-Востока России 2011 г. (код сети NERS) // Землетрясения Северной Евразии, 2011 год. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2017. – Приложение на CD\_ROM.
2. Алёшина Е.И. (отв. сост.), Комарова Р.С., Чернецова А.Г. (сост.). Каталог землетрясений Северо-Востока России за 2011 г. // Землетрясения Северной Евразии, 2011 год. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2017. – Приложение на CD\_ROM.
3. Алёшина Е.И., Курткин С.В., Карпенко Л.И., Седов Б.М. Северо-Восток России // Землетрясения Северной Евразии, 2010 год. – Обнинск: ГС РАН, 2016. – С. 225–232.

4. Сучкова О.Н., Седов Б.М. Сейсмичность юго-восточного окончания пояса Черского // Научная молодежь – Северо-Востоку России: материалы III Межрегиональной конференции молодых ученых (Магадан, 27–28 мая 2010 г.) СВКНИИ ДВО РАН. – Магадан: СВНЦ ДВО РАН, 2010. – С. 153–154.
5. Алёшина Е.И., Седов Б.М. Развитие структуры и геодинамики северной границы Охотоморской плиты // Проблемы комплексного геофизического мониторинга Дальнего Востока России. – Петропавловск-Камчатский: КФ ГС РАН, 2009. – С. 11–13.
6. Mackey K.G., Fujita K., Sedov B.M., Gounbina L.V., Leyshuk N., Kurtkin S. A seismic aftershock deployment and analysis of seismicity of the Neshkan region, Chukotka, Russia (Michigan State University, Department of Geological Sciences, USA) // NERSP Report. – 2003. – № 10. – 85 p.
7. Mackey K.G. Seismological Studies in Northeast Russia. Dissertation for the degree of Ph.D. / Michigan State University. Department of Geological Sciences, 1999. – 346 p.
8. Алёшина Е.И. (сост.). Макросейсмический эффект ощутимых землетрясений в населенных пунктах Северо-Востока России в 2011 г. // Землетрясения Северной Евразии, 2011 год. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2017. – Приложение на CD-ROM.
9. Медведев С.В. (Москва), Шпонхойер В. (Иена), Карник В. (Прага). Шкала сейсмической интенсивности MSK-64. – М.: МГК АН СССР, 1965. – 11 с.
10. Алёшина Е.И. (отв. сост.), Пойгина С.Г., Бахтиарова Г.М. (сост.). Сведения о пунктах, для которых имеется информация о макросейсмических проявлениях ощутимых землетрясений Северо-Востока России в 2011 г. // Землетрясения Северной Евразии, 2011 год. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2017. – Приложение на CD-ROM.
11. Алёшина Е.И., Курткин С.В., Карпенко Л.И. Верхнекулинское землетрясение 2 августа 2010 г. с  $K_p=13.6$ ,  $M_w=5.3$ ,  $I_0^p=7$  (Северо-Восток) // Землетрясения Северной Евразии, 2010 год. – Обнинск: ГС РАН, 2016. – С. 353–360.
12. Алёшина Е.И., Гунбина Л.В., Седов Б.М. Характеристика роев и афтершоков Северо-Востока России // Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных. Материалы Девятой Международной сейсмологической школы (г. Агверан 8–12 сентября 2014 г.). – Обнинск: ГС РАН, 2014. – С. 31–35.
13. Кузнецов В.М. Схема тектонического районирования Охотско-Колымского водораздела. Масштаб 1:1 000 000. – ФГУП «Магадангеология», 2001.
14. Global CMT Catalog Search. – URL: <http://www.globalcmt.org/>.
15. Козьмин Б.М. Сейсмические пояса Якутии и механизмы очагов землетрясений. – М.: Наука, 1984. – 125 с.
16. Козьмин Б.М., Андреев Т.А., Дарешкина Н.М., Югова Р.С. Землетрясения Якутии и Северо-Востока // Землетрясения в СССР в 1972 году. – М.: Наука, 1976. – С. 119–131.
17. Козьмин Б.М., Андреев Т.А., Дарёшкина Н.М. Землетрясения Якутии и Северо-Востока СССР // Землетрясения в СССР в 1974 г. – М.: Наука, 1977. – С. 128–136.
18. Алёшина Е.И., Гунбина Л.В., Комарова Р.С., Седов Б.М. Северо-Восток России // Землетрясения Северной Евразии, 2003 год. – Обнинск: ГС РАН, 2009. – С. 193–200.
19. Дрознин Д.В., Дрознина С.Я. Интерактивная программа обработки сейсмических сигналов DIMAS // Сейсмические приборы. – 2010. – 46. – № 3. – С. 22–34.
20. Андреев Т.А. Расчет на ЭВМ параметров слабых землетрясений // Сейсмические процессы на Северо-Востоке СССР. – Магадан: 1984. – С. 116–127.
21. Седов Б.М., Курткин С.В. Сейсмичность Нешканской зоны // Вестник Северного Международного университета. – Магадан: СМУ, 2005. – № 4. – С. 21–33.