

среди них два 14-го энергетического класса и магнитудой $M_LH = 5,6$ (№ 14, 15). Интересно, что очаги № 14 и 15 разделяет по времени всего 10 сут. Очаги № 14, 24, 32 характеризуются взбросо-сдвиговой подвжкой, очаг № 15 — сбросо-сдвиговой. Очаги № 1, 24, 25, 32 — одиночные, очаги № 14, 15 сопровождались небольшими сериями афтершоков.

В Авачинском заливе произошло три сильных землетрясения (№ 20, 22, 33). Все три 12-го энергетического класса, магнитуды $M_LH = 3,2 \div 3,7$. Очаг № 20 — сбросо-сдвигового типа, очаг № 22 — взбросо-сдвиг, очаг № 20 (10 июня) сопровождался сериями из 101 слабых афтершоков 9–10-го класса.

Восточнее южной оконечности п-ва Камчатка отмечен один толчок № 6 с $K_{Ф} = 13,5$, $M_LH = 4,5$, сейсмическим моментом 17,3 лог.ед. (Н.м). Подвжка в очаге — взброс. На территории п-ова Камчатка (кроме п-ова Камчатского) находятся эпицентры четырех сильных событий (№ 3, 5, 12, 29). Это все верхнемангитные одиночные землетрясения на глубинах 82–152 км, очаги которых располагаются в пределах Курило-Камчатской фокальной зоны. Наиболее сильное землетрясение № 5 (8 марта) имеет магнитуду $M_LH = 5,5$ и является афтершоком очага 17,08.1983 г. [2]. Очаги № 5, 29 взбросо-сдвигового типа, очаги № 3, 12 — сбросо-сдвигового типа.

В районах активных вулканов сейсмическая активность проявлялась очень слабо, отдельные землетрясения характеризуются энергетическим классом ниже 9.

Макросейсмические данные и записи сильных движений

В течение года на п-ве Камчатка и Командорских о-вах ощущалось 63 землетрясения. Наиболее сильное землетрясение (№ 30) ощущалось на территории пос. Нахичи, силой до 6 баллов. Макросейсмическое описание его приведено в отдельной статье [5]. Силой до 5 баллов ощущалось 8 землетрясений. В г. Петропавловске-Камчатском наиболее сильно (до 4–5 баллов) ощущалось землетрясение 19 мая (№ 14).

Аппаратура сильных движений записала 6 землетрясений (табл. 3) силой 3–6 баллов. Авторы пользуются случаем выразить свою признательность руководству ОМСП ИМГиГ и СВКНИИ ДВНЦ АН СССР, представивших сейсмограммы станций SKR и МА1 для построения спектров сейсмических волн камчатских землетрясений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ризниченко Ю.В. Методы массового определения координат очагов близких землетрясений и скоростей сейсмических волн в области расположения очагов // Изв. АН СССР. Сер. геофиз. 1958. № 4. С. 425–437.
2. Кузин И.П. Фокальная зона и строение верхней мантии в районе Восточной Камчатки. М.: Наука, 1974. 132 с.
3. Федотов С.А. Энергетическая классификация курило-камчатских землетрясений и проблема магнитуд. М.: Наука, 1972. 117 с.
4. Гусев А.А. Определение гипоцентров близких землетрясений Камчатки на ЭВМ // Вулканология и сейсмология. 1979. № 1. С. 74–81.
5. Зобин В.М., Гордеев Е.И., Иванова Е.И. и др. Землетрясения Камчатки и Командорских островов // Землетрясения в СССР в 1981 году. М.: Наука, 1984. С. 97–105.
6. Ризниченко Ю.В. Метод суммирования землетрясений для изучения сейсмической активности // Изв. АН СССР. Сер. геофиз. 1964. № 7. С. 969–977.
7. Аптексин Ж.Я., Желанкина Т.С., Кейлис-Борок В.И. и др. Массовое определение механизмов очагов землетрясений на ЭВМ // Теория и анализ сейсмологических наблюдений. М.: Наука, 1979. С. 45–58. (Вып. числ. сейсмология, Вып. 12).
8. Harkrider D.G. Surface waves in multilayered elastic media Pt II. Higher mode spectra and spectral ratios from point surface in plane layered models // Bull. Seismol. Soc. Amer. Vol. 60, N 6. P. 1937–1987.
9. Зобин В.М., Иванова Е.И., Чиркова В.Н. Очаговые параметры землетрясений Камчатки и Командорских островов // Вулканология и сейсмология. 1984. № 2. С. 83–103.
10. Hanks T.C., Wuyts M. The use of body wave spectra in the determination of seismic source parameters // Bull. Seismol. Soc. Amer. 1972. Vol. 62, N 2. P. 561–589.
11. Зобин В.М., Гордеев Е.И., Иванова Е.И. и др. Камчатское землетрясение 28 декабря 1984 г. // Землетрясения в СССР в 1984 году. М.: Наука, 1987. С. 124–133.

12. Зобин В.М., Гордеев Е.И., Козырева Н.Д. и др. Камчатское землетрясение 17 августа // Землетрясения в СССР в 1983 году. М.: Наука, 1986. С. 102–116.

13. Зобин В.М. Механизм очагов землетрясений и сейсмологическое деформирование Камчатского Командорского региона в 1964–1982 гг. // Вулканология и сейсмология. 1987. № 2.

14. Шебелин Н.В. Об оценке сейсмической интенсивности // Сейсмическая шкала и методы измерения сейсмической интенсивности. М.: Наука, 1975. С. 87–109.

УДК 550.34

В.М. Зобин, Ю.Д. Матвеев

ОЛЮТОРСКОЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ 10 СЕНТЯБРЯ

10 сентября 1985 г. в 01 ч 26 мин по Гринвичу на побережье Олюторского залива в северо-западной части Берингова моря произошло землетрясение, ощущавшееся на побережье силой до 6 баллов. Ввиду того что это первое инструментально зарегистрированное землетрясение в Олюторском заливе в этом веке, подробное его описание имеет существенное значение.

Общая характеристика очага землетрясения

Положение гипоцентра. В табл. 1 приведена сводка определенных гипоцентра землетрясения по данным различных сейсмологических служб. Хотя наиболее близкая станция находится на удалении 370 км (Оссора), положение эпицентра, по-видимому, фиксируется достаточно надежно. Во всяком случае, как следует из рис. 1, разброс возможных положений эпицентра по данным различных служб не превышает ± 10 км. Гипоцентр определяется менее надежно, однако не вызывает сомнения его коровый характер. В качестве рабочего варианта принято положение гипоцентра, помеченное индексом

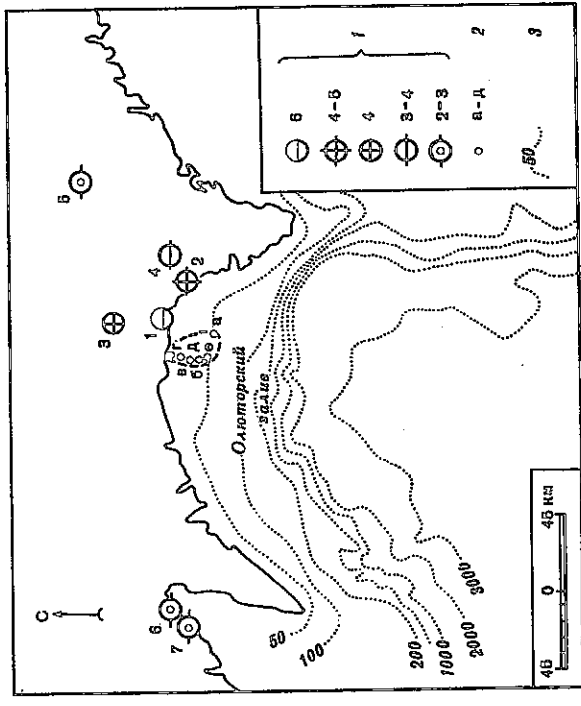


Рис. 1. Схема эпицентра землетрясения 10 сентября
1 — балльность; 2 — положение эпицентра согласно табл. 1; 3 — изобата, м

Таблица 1
Сводка определенных параметров гипоцентра землетрясения 10 сентября 1985 г.

| Индекс | t_0 , ч мин с | $\varphi^\circ N$ | $\lambda^\circ E$ | h , км |
|--------|-----------------|-------------------|-------------------|----------|
| а | 01 26 06,6 | 60,33 | 169,00 | 20 |
| б | 01 26 04,1 | 60,42 | 168,86 | 10 |
| в | 04,8 | 60,50 | 168,86 | 15 |
| г | 05,4 | 60,54 | 168,87 | 20 |
| д | 01 26 07,6 | 60,49 | 168,84 | 33 |
| е | 01 26 04,4 | 60,39 | 168,81 | 16 |

Примечания: а — метод засечек по P при глубине очага 20 км, по Камчатской и Магаданской сети станций; б-г — по программе ИФЗ АН СССР, Камчатская сеть + данные Советской сети; д — по [1]; е — по [2].

г на рис. 1 и определенное при глубине очага 20 км совместной сетью Камчатских станций и ЕССН по программе определения гипоцентров, принятой в ОмЭ ИФЗ АН СССР (Обнинск). Согласно этому варианту эпицентр располагается на мелководном шельфе Олюторского залива близ изобаты 50 м.

Энергетические оценки. Энергетический класс $K_{\Phi}^s = 11,8$, $K_{\Phi}^P = 11,1$; магнитудные оценки по поверхностным волнам 4,4–5,3; по объемным волнам 5,7–6,3. Составле-

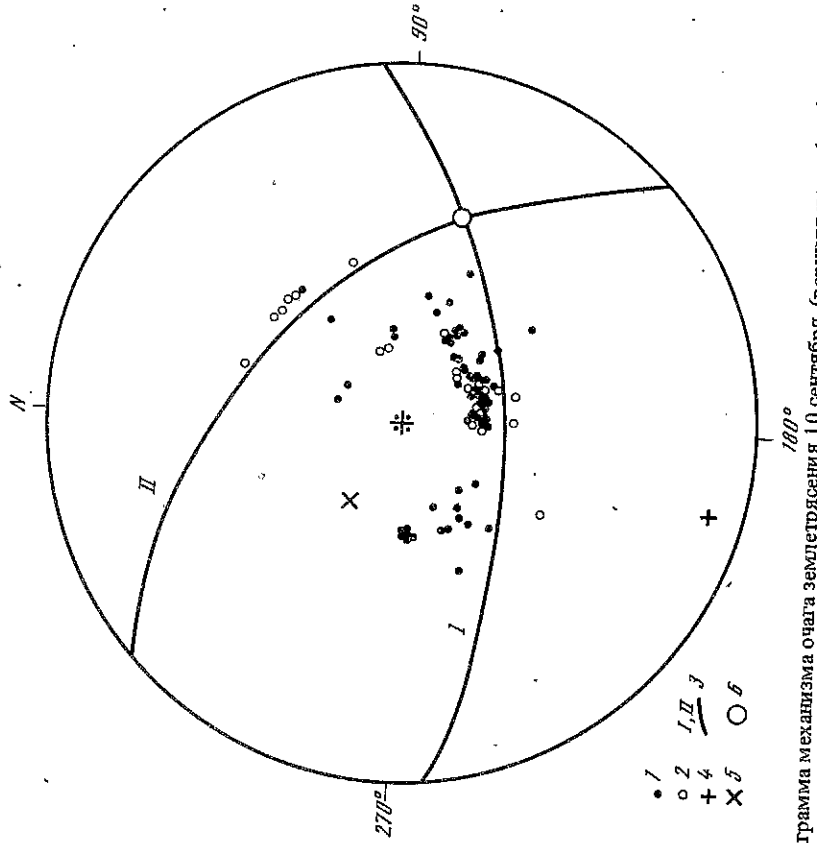


Рис. 2. Диаграмма механизма очага землетрясения 10 сентября (верхняя полусфера)
1 — волна сжатия; 2 — волна разрежения; 3 — продольная плоскость; 4 — ось сжатия P ; 5 — ось
170

| MPV | MLH | K_{Φ} | M_0 , Н·м | $\Delta\sigma$, кПа |
|--------------|-------------|---------------------|--------------------|----------------------|
| — | — | — | — | — |
| — | — | — | — | — |
| — | — | — | — | — |
| $MPVA = 5,8$ | $MLH = 5,3$ | $K_{\Phi}^s = 11,8$ | $\lg M_0^P = 16,6$ | 75 |
| $MPV = 6,3$ | $MLH = 5,2$ | $K_{\Phi}^P = 11,1$ | $\lg M_0^s = 16,8$ | — |
| $m_b = 5,7$ | $M_s = 4,4$ | — | — | — |
| — | — | — | $\lg M_0 = 16,9$ | — |

ние магнитуд по двум типам волн показывает несколько повышенное значение магнитуды по объемным волнам.

Механизм очага и очаговые параметры¹. Подвижка в очаге землетрясения в соответствии с диаграммой на рис. 2 может рассматриваться как взбросовый по одной из двух близкорасположенных поверхностей разрыва, ориентированных вдоль склона мелководного шельфа Олюторского залива. Ось напряжения сжатия P ориентирована вкост продольной изобат шельфовой зоны, близгоризонтальна. Ось напряжения растяжения T близвертикальна. Вариант механизма очага, определенный по тензору момента центра [2], несколько отличается от построенного нами. При сходном типе подвижки и близком положении nodальной поверхности I прогибание nodальной поверхности II отличается почти на 90° , что влетит за собой и иную ориентацию осей напряжения. В то же время достаточно уверенное положение nodальной поверхности II нашего варианта закреплено данными знаков вступлений R -волн, снятыми с сейсмограмм Камчатской сети станций, что позволяет отдать предпочтение нашему варианту nodальных поверхностей. Отметим, что взбросовый тип подвижки характерен для наиболее сильных землетрясений, отмеченных на других участках периметра Командорской котловины, что свидетельствует о едином восходящем характере подвижек по периферии котловины.

Оценки сейсмического момента по спектрам R -волн, поверхностных волн Рэлея и тензору момента центра близки и находятся в интервале 16,6–16,9 лог. ед. (Н·м). Величина сброшенного напряжения $\Delta\sigma = 75$ кПа.

Афтершоковая активность

После основного землетрясения некоторые жители пос. Пахачи опутили два афтершока. Первый афтершок вызвал сотрясения в поселке силой до 3 баллов, второй — 2–3 балла. Ввиду удаленности сейсмических станций зарегистрировать афтершоки не удалось.

Макросейсмическое описание

В табл. 2 приведены сведения о макросейсмическом эффекте землетрясения, на рис. 1 показаны пункты, в которых ощущалось землетрясение. Приведем описание 6-балльного эффекта в пос. Пахачи (№ 1 на рис. 1).

Поселок расположен на узкой песчано-галечниковой косе в устье р. Пахачи. Уровень

См. параметры в табл. 1, а также в региональном каталоге механизмов очагов и в таблицах спектральных и очаговых параметров.

Таблица 2
Макросейсмические данные о землетрясении 10 сентября

| № п/п | Пункт | Δ, км | № п/п | Пункт | Δ, км |
|-------|--------------------------------|-------|-------|-----------------------------------|-------|
| 1 | 6 баллов пос. Пахачи | 23 | 4 | 3-4 балла Лагерь заготовителей | 55 |
| 2 | 4-5 баллов пос. Алука | 33 | 5 | 2-3 балла пос. Ачайваам | 113 |
| 3 | 4 балла пос. Средние Пахачи | 38 | 6 | пос. Тилички | 150 |
| | | | 7 | пос. Корф | 160 |

Грунтовых вод 1,5-3,0 м. Землетрясение ощущалось всеми жителями поселка (как в помещениях, так и на улице) в виде двух резких толчков с интервалом в несколько секунд на фоне жесткой тряски, начавшейся после первого толчка. Некоторые вышли на улицу, но особого испуга не было, так как никто не знал, что это землетрясение. Отмечены два случая волнения животных (кошки), находившихся в помещении во время землетрясения. Был слышен низкий гул, начавшийся за несколько секунд до землетрясения. По показаниям некоторых из опрошенных (10%), гул приближался со стороны Олоторского залива.

По данным инспекции Госстраха, около 60% людей сообщили о повреждении застрахованных вещей (как правило, стеклянных изделий, посуды и т.д.). Во всех торговых точках поселка наблюдалось смещение или падение отдельных (5-20%) неустойчивых предметов с полок (банки с консервами, бутылки, часы настольные, фотоаппараты, книги, вазы). Небольшая часть предметов разбилась или повреждена. Все торговые точки расположены в одноэтажных бетонных зданиях.

В кабинетах школы (химическом, географическом, физическом) наблюдалось падение многих наглядных пособий (50%), пробирок, колб, глобусов. Здание школы 2-этажное, деревянное, кабинеты находятся на втором этаже.

В деревянных 1-2-этажных зданиях повсеместно наблюдались легкие повреждения: густая сетка тонких трещин в штукатурке, откалывание кусков штукатурки, в отдельных случаях — трещины в дымовых трубах. Во многих бетонных зданиях после землетрясения появились тонкие трещины в стенах, особенно в углах оконных проемов. Местами наблюдаются тонкие трещины в кладке дымовых труб.

Во время землетрясения наблюдался оползень из мелких камней и шлака с вершины сопки, стоящей напротив поселка.

Построить изосейсты не удалось ввиду малого количества наблюдений.

Сейсмическая обстановка возникновения землетрясения

Землетрясение 10 сентября 1985 г. в Олоторском заливе составляет по-новому взгляду на роль Командорской котловины в общем балансе сейсмической активности Камчатско-Командорского региона. Если прежде эпизодически возникавшие сейсмические события Берингова моря связывали традиционно с проявлениями сейсмической активности Курило-Камчатской и Алеутской фокальных зон, то в настоящее время следует рассматривать этот район как самостоятельную сейсмическую провинцию.

Командорская котловина (рис. 3) расположена в юго-западной части Берингова моря. Она ограничена с востока субмеридиональным подводным хр. Ширинова, отходящим от Олоторского полуострова и почти смыкающимся на юге с Алеутской дугой; от Але-

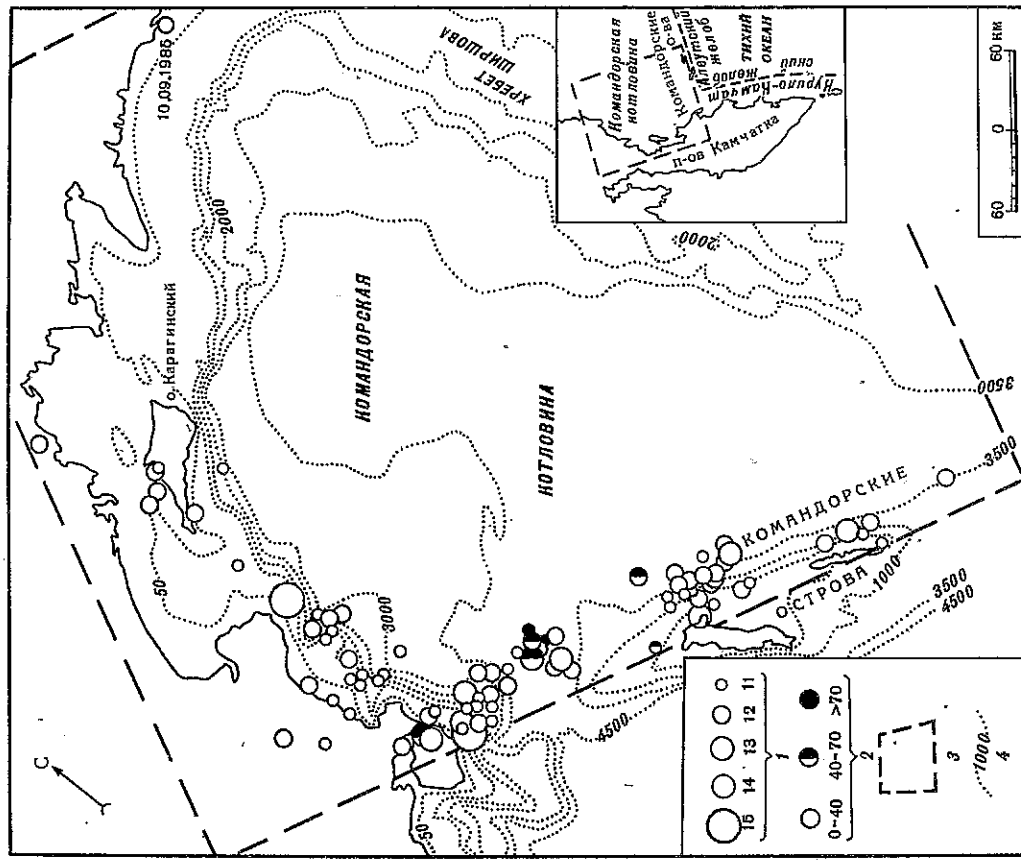


Рис. 3. Схема эпицентров землетрясений западной части Берингова моря за 1962-1985 гг.
1 — энергетический класс $K\Phi$; 2 — глубина очага, км; 3 — граница рассматриваемого района;
4 — изобата, м

утского континента отделена относительно нешироким шельфом и крутым континентальным уступом. Согласно [3], Командорская котловина формировалась в результате местного спрединга, начало которого падает на конец мелового времени, и продолжалось вплоть до позднего миоцена. Этот процесс шел сопряженно с субдукцией океанической коры под Камчатку и хр. Ширинова. Фундамент котловины имеет резко расчлененный молодой рельеф, во впадине сохраняется высокий тепловой поток, и для этой территории свойственна анизотропия в магнитных породах.

Землетрясения вызвано большое число обвалов и осей по побережью Корьякского нагорья явно сейсмостектонического происхождения, имеющих возраст первых сотен лет (сообщ. И.В. Мелекесцева).

На рис. 3 представлены эпицентры землетрясений энергетического уровня $K\Phi \geq 11,0$, зарегистрированные в акватории Берингова моря за годы детальных сейсмологических наблюдений 1962-1985 гг. Можно видеть, что эпицентры приурочены в основном к крутому континентальному склону Командорской котловины вдоль Командорских островов. Наиболее сильные события отмечены в 1969 г. ($M_LH = 7,7$, Озерный залив), в 1975 г.

($MLH = 6,9$, севернее о-ва Медный) и в 1984 г. ($MLH = 7,5$, близ мыса Африка), они характеризуются взбросовыми движениями.

Олюторское землетрясение 1985 г. продолжилось на восток это сейсмическое ожерелье Командорской котловины.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сейсмологический бюллетень (ежедекадный 1-10 сентября 1983 г.). Обнинск: ИФЗ АН СССР, 31 с.
2. Earthquake data year. 1986. N 9-85. P. 1-136.
3. Богданов Н.А., Непрочнов Ю.П. Геология глубоководных впадин Берингова моря // История и прогноз землетрясений в окраинных и внутренних морях. М.: Наука, 1984. С. 4-11.

УДК 550.348.436

Л.А. Воробьева, Р.С. Югова ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ СЕВЕРОВОСТОКА

Инструментальные сейсмологические наблюдения Северо-Востока проводились той же региональной сетью из 16 станций, что и в 1984 г., с использованием материалов сейсмостанций Иультин (ИФЗ), Усть-Нера, Зырянка, Черский (ЯИГ).

Всего за год в регионе зарегистрировано около 500 землетрясений, из них с определенными координатами — 92, в каталог вошли 54 землетрясения с $K_p \geq 8,6$. Глубина вычислена для 24 землетрясений.

Координаты эпицентров землетрясений юго-западной части региона вычислялись методами гипербола, засечек, с применением годографа, построенного для Северо-Востока Т.А. Андреевым, а также методами Вадати, Исикавы и средних линий. На каждое землетрясение с $K_p \geq 8$ строились графики зависимости времени пробега волн от эпикентрального расстояния. Глубины землетрясений определялись методами Исикавы и Вадати [1], а энергетический класс K_p — по номограмме Т.Г. Раутман.

Для Чукотки при хорошей записи используются те же способы, но ввиду очень

Т а б л и ц а 1
Распределение числа землетрясений по энергетическим классам (K_p)

| № п/п | Район регион | K_p | | | | | | | Всего |
|-------|---|-------|---|----|----|----|----|----|-------|
| | | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | |
| 1 | Охотское море | | | | 4 | | | | 4 |
| 2 | Охотско-Чукотской вулканогенный пояс | 1 | 2 | 7 | 5 | 1 | 1 | | 16 |
| 3 | Корякско-Камчатская кайнозойская складчатая область | | | 2 | | 1 | | | 3 |
| 4 | Верхояно-Чукотская ме- зозойская складчатая область | | 7 | 16 | 2 | | | 1 | 27 |
| 5 | Берингово море | | | | | 3 | 1 | | 4 |
| 6 | Чукотское море | | | 1 | | | | | 1 |
| | По региону | 1 | 9 | 33 | 8 | 3 | 1 | 1 | 56 |