

Российская академия наук  
Сибирское отделение  
Институт вычислительных технологий

"УТВЕРЖДАЮ"  
Директор ИВТ СО РАН

академик \_\_\_\_\_ Ю. И. Шокин

15 сентября 2010 года

**«Расчет высот волн цунами для защищаемых пунктов побережья  
Дальнего востока РФ для модельных очагов удаленных цунамигенных  
землетрясений, детальные расчеты на основе уточненной батиметрии  
для модельных очагов ближней зоны»**

**ПРОМЕЖУТОЧНЫЙ ИНФОРМАЦИОННЫЙ ОТЧЕТ  
на выполнение НИОКР для государственных нужд по  
Федеральной целевой программе**

**"Снижение рисков и смягчение последствий чрезвычайных ситуаций  
природного и техногенного характера  
в Российской Федерации до 2010 года "**  
(контракт № 1н-10 от 01 февраля 2010 г.)

Руководитель работ

г.н.с., д.ф.-м.н., профессор

\_\_\_\_\_ Л. Б. Чубаров

Новосибирск, 2010 г

Исполнители:

д.ф.-м.н.

м.н.с.

инженер-исследователь

В.К. Гусяков

Д.Л. Чубаров

С.А. Бейзель

## **Содержание**

|  |    |
|--|----|
| Содержание.....  | 3  |
| 1. Введение .....  | 4  |
| 2. Краткая характеристика выполненных работ .....                                    | 4  |
| 3. Защищаемые пункты .....   | 5  |
| 4. Модельные цунамигенные землетрясения и соответствующие начальные возмущения ..... | 17 |
| 5. Результаты расчетов: картины распространения энергии волн цунами. ....            | 26 |
| 6. Сравнение результатов, рассчитанных на сетках с различной детальностью. ....      | 45 |
| 7. Заключение .....  | 46 |

## **1. Введение**

ПРОМЕЖУТОЧНЫЙ ИНФОРМАЦИОННЫЙ ОТЧЕТ, согласно календарному плану, посвящен проведению детального моделирования характеристик проявления волн цунами у защищаемых пунктов побережья Камчатки, Курильских островов, Сахалина и Приморья с использованием уточненных батиметрических данных, представленных на регулярной 15 секундной сетке.

В 2007 г. аналогичные расчеты проводились на единственной доступной в то время одномоментной сетке и, как показали методические расчеты, проведенные исполнителями в 2008-2009 гг., нуждались в уточнении. Результаты этих методических расчетов показали, что переход на более детальную сетку приводит, как правило, к увеличению абсолютных значений высот волн, рассчитываемых в прибрежных точках.

Излагаемые ниже результаты были получены с применением оправдавшей себя методики выполнения производственных вычислительных экспериментов, которая предполагает

1. разработку или уточнение системы модельных очагов цунамигенных землетрясений,
2. выбор глобальной расчетной области, содержащей все заданные защищаемые пункты и прилегающие к ним акватории вместе с зонами всех модельных очагов цунамигенных землетрясений, построение соответствующего цифрового батиметрического массива данных,
3. необходимую адаптацию цифровой батиметрии расчетной области к особенностям численных алгоритмов моделирования трансформации волн цунами,
4. проведение предварительных расчетов в «глобальной» расчетной области с использованием батиметрических данных промежуточной детальности,
5. обработку результатов расчетов, их интерпретацию с целью определения зон влияния цунамигенных землетрясений,
6. выделение малых расчетных подобластей, содержащих взаимно связанные по степени цунамиопасности защищаемые пункты и очаги цунамигенных землетрясений; при этом допускается множественное вхождение некоторых «пограничных» защищаемых пунктов и очагов в различные подобласти; построение соответствующих детальных цифровых батиметрических массивов данных,
7. необходимую адаптацию цифровой батиметрии малых расчетных областей к особенностям численных алгоритмов моделирования трансформации волн цунами,
8. проведение производственных серийных расчетов с использованием высокопроизводительных вычислительных устройств в малых расчетных подобластях с использованием уточненных батиметрических данных,
9. интерпретацию полученных результатов и формирование соответствующих баз данных.

## **2. Краткая характеристика выполненных работ**

Решавшаяся на отчетном этапе работ задача состоит в создании базы данных с максимальными значениями уровней свободной поверхности воды в заданном наборе защищаемых пунктов с использованием уточненной 15 секундной цифровой батиметрии, основанной как на доступных батиметрических данных, так и на фрагментах цифровых карт, изготовленных с использованием оригинальных вычислительных алгоритмов в рамках одного из контрактов ФЦП в 2009 г.

Методика проведения вычислительных экспериментов на этом этапе не претерпела существенных изменений. Как и на предыдущих стадиях работы в 2007, 2008 и 2009 гг., первым шагом является уточнение перечня защищаемых пунктов, их географических координат, определение особенностей прилегающего рельефа суши, конфигурации береговой линии и батиметрии прибрежных акваторий. На следующем шаге выполняется анализ геофизической обстановки и определяются потенциально опасные зоны размещения цунамигенных землетрясений, уточняются параметры моделей этих землетрясений, рассчитываются контуры соответствующих зон начальных возмущений. С учетом взаимного расположения этих зон, позиций защищаемых пунктов, предполагаемых трасс распространения цунами от области генерации началь-

ного возмущения к защищаемому побережью определяется расчетная область и производится привязка к этой области координат защищаемых пунктов и эпицентров цунамигенных землетрясений.

Затем с помощью средств информационно-вычислительной системы WinITDB производится предварительный расчет изохрон цунами от выявленных потенциально опасных зон. С использованием полученных временных характеристик определяются необходимое физическое время моделирования явлений, а также временные и географические параметры для реализации предложенной исполнителями технологии проведения расчетов.

Детальное описание этой методики, а также результаты ее тестирования на модельных и реальных задачах также были изложены в отчетах по контракту № 2н-08 от 21 мая 2008 г. В этом же отчете приведено детальное описание методик расчета начальных возмущений, порожденных модельными цунамигенными землетрясениями, и методик моделирования трансформации волн цунами на трассах от источника возмущения до защищаемого побережья. Эти методики обеспечивают определение мареограмм и экстремальных характеристик волн вблизи защищаемых пунктов, а также картин распределения волновой энергии по результатам моделирования («свечения»).

Первые расчеты, выполненные на одноминутной сетке, позволили получить качественные и количественные оценки относительной цунамиопасности моделируемых землетрясений и сопоставить значимость проявления волн цунами в различных защищаемых пунктах побережья. Таким образом, исполнителями на первом этапе работы получены следующие результаты:

1. определен перечень защищаемых пунктов, уточнены их географические координаты;
2. определены потенциально опасные для исследуемого побережья зоны удаленных цунамигенных землетрясений;
3. определены параметры «глобальной» расчетной области; построены соответствующие массивы цифровой батиметрии, выполнена привязка защищаемых пунктов к контуру оцифрованной береговой линии;
4. определены параметры модельных очагов цунамигенных землетрясений, рассчитаны соответствующие поля начальных возмущений;
5. выполнены расчеты на одноминутной сетке по моделированию цунами, порожденных модельными очагами цунамигенных землетрясений, определены экстремальные характеристики проявления цунами в защищаемых пунктах, рассчитаны поля «свечений»;
6. определены параметры «малых» расчетных областей; построены соответствующие массивы цифровой батиметрии, выполнена привязка защищаемых пунктов к контурам оцифрованных береговых линий;
7. подготовлены исходные данные для проведения уточняющих расчетов на измельченных (до 15 секунд) сетках;
8. выполнены расчеты в «малых» подобластях на детальной 15 секундной сетке по моделированию цунами, порожденных модельными очагами цунамигенных землетрясений, определены экстремальные характеристики проявления цунами в защищаемых пунктах, рассчитаны поля «свечений»;

### **3. Защищаемые пункты**

Все заданные Заказчиком защищаемые пункты разделены на 7 частично пересекающихся групп:

- 1 – пункты Камчатского УГМС;
- 2 – ГМС Камчатского УГМС;
- 3 – пункты Сахалинского УГМС, схема 1;
- 4 – пункты Сахалинского УГМС, схема 2;
- 5 – пункты Сахалинского УГМС, схема 3;
- 6 – пункты Приморского УГМС;
- 7 – станции Приморского УГМС.

В приведенной ниже таблице (Таблица 1) перечислены указанные Заказчиком защищаемые пункты, индекс, определяющий их принадлежность одной из групп, «исходные» географические координаты защищаемых пунктов, их целочисленные координаты в терминах номеров узлов выбранного Исполнителем фрагмента минутной сетки, соответствующие им физические координаты, отклонение этих значений от «исходных» и значения глубин. Иллюстрация распределения глубин под «защищаемыми пунктами» на минутной сетке приведена на Рис. 2. Без учета этих значений входных параметров невозможна адекватная интерпретация результатов вычислительных экспериментов.

**Таблица 1. Защищаемые пункты.**

|    | name                      | Reg index | N     | E      | j    | i    | N-1 min  | E-1 min  | d-N      | d-E      | Depth-1 min |
|----|---------------------------|-----------|-------|--------|------|------|----------|----------|----------|----------|-------------|
| 1  | Apuka                     | 1         | 60.46 | 169.58 | 1707 | 2556 | 60.43333 | 169.5833 | 0.026667 | -0.00333 | 3.95        |
| 2  | Pahachi                   | 1         | 60.56 | 169.14 | 1714 | 2529 | 60.55    | 169.1333 | 0.01     | 0.006667 | 3           |
| 3  | Tilichiki                 | 1         | 60.43 | 163.18 | 1705 | 2344 | 60.4     | 166.05   | 0.03     | -2.87    | 2           |
| 4  | Korf                      | 1         | 60.37 | 166.01 | 1703 | 2342 | 60.36667 | 166.0167 | 0.003333 | -0.00667 | 1.95        |
| 5  | Vyvenka                   | 1         | 60.19 | 165.45 | 1692 | 2310 | 60.18333 | 165.4833 | 0.006667 | -0.03333 | 2.88        |
| 6  | Il'pyrskoe                | 1         | 59.96 | 164.18 | 1679 | 2232 | 59.96667 | 164.1833 | -0.00667 | -0.00333 | 2           |
| 7  | Tymlat                    | 1         | 59.5  | 163.18 | 1651 | 2173 | 59.5     | 163.2    | 0        | -0.02    | 2           |
| 8  | Ossora                    | 1         | 59.25 | 163.07 | 1636 | 2166 | 59.25    | 163.0833 | 0        | -0.01333 | 3.04        |
| 9  | Kostroma                  | 1         | 59.04 | 163.18 | 1623 | 2172 | 59.03333 | 163.1833 | 0.006667 | -0.00333 | 2           |
| 10 | Karaga                    | 1         | 59.11 | 163.12 | 1628 | 2168 | 59.11667 | 163.1167 | -0.00667 | 0.003333 | 2           |
| 11 | Ivashka                   | 1         | 58.57 | 162.3  | 1595 | 2120 | 58.56667 | 162.3167 | 0.003333 | -0.01667 | 1.95        |
| 12 | Ust'-Kamchatsk            | 1         | 56.24 | 162.5  | 1454 | 2131 | 56.21667 | 162.5    | 0.023333 | 0        | 4.03        |
| 13 | Petropavlovsk-Kamchatskii | 1         | 53.05 | 158.63 | 1261 | 1899 | 53       | 158.6333 | 0.05     | -0.00333 | 1.51        |
| 14 | Nikol'skoe                | 1         | 55.2  | 166.02 | 1394 | 2337 | 55.21667 | 165.9333 | -0.01667 | 0.086667 | 1.94        |
| 15 | Apuka                     | 2         | 60.46 | 169.58 | 1707 | 2556 | 60.43333 | 169.5833 | 0.026667 | -0.00333 | 3.95        |
| 16 | Korf                      | 2         | 60.37 | 166.01 | 1703 | 2342 | 60.36667 | 166.0167 | 0.003333 | -0.00667 | 1.95        |
| 17 | Ossora                    | 2         | 59.25 | 163.07 | 1636 | 2166 | 59.25    | 163.0833 | 0        | -0.01333 | 3.04        |
| 18 | Ozernaya                  | 2         | 57.65 | 163.23 | 1540 | 2175 | 57.65    | 163.2333 | 0        | -0.00333 | 3.1         |
| 19 | Afrika                    | 2         | 56.18 | 163.3  | 1451 | 2179 | 56.16667 | 163.3    | 0.013333 | 0        | 1.07        |
| 20 | Kronoki                   | 2         | 54.58 | 161.21 | 1355 | 2052 | 54.56667 | 161.1833 | 0.013333 | 0.026667 | 4.34        |
| 21 | Semyachiki                | 2         | 54.2  | 159.98 | 1330 | 1982 | 54.15    | 160.0167 | 0.05     | -0.03667 | 0.94        |
| 22 | Petropavlovskii mayak     | 2         | 52.88 | 158.72 | 1254 | 1904 | 52.88333 | 158.7167 | -0.00333 | 0.003333 | 0.97        |
| 23 | Vodopadnaya               | 2         | 51.82 | 158.1  | 1190 | 1868 | 51.81667 | 158.1167 | 0.003333 | -0.01667 | 9.17        |
| 24 | Lopatka                   | 2         | 50.87 | 156.67 | 1133 | 1781 | 50.86667 | 156.6667 | 0.003333 | 0.003333 | 2.14        |
| 25 | Nikol'skoe                | 2         | 55.2  | 166.02 | 1394 | 2337 | 55.21667 | 165.9333 | -0.01667 | 0.086667 | 1.94        |
| 26 | Shumshu                   | 3         | 50.74 | 156.31 | 1120 | 1766 | 50.65    | 156.4167 | 0.09     | -0.10667 | 2.57        |
| 27 | Severo-Kuril'sk           | 3         | 50.68 | 156.12 | 1121 | 1750 | 50.66667 | 156.15   | 0.013333 | -0.03    | 8           |
| 28 | Simushir                  | 3         | 46.82 | 151.78 | 888  | 1491 | 46.78333 | 151.8333 | 0.036667 | -0.05333 | 4.63        |
| 29 | Urup                      | 3         | 45.96 | 149.99 | 833  | 1386 | 45.86667 | 150.0833 | 0.093333 | -0.09333 | 3.11        |
| 30 | Burevestnik               | 3         | 44.92 | 147.61 | 777  | 1239 | 44.93333 | 147.6333 | -0.01333 | -0.02333 | 2.05        |
| 31 | Malokuril'skoe            | 3         | 43.87 | 146.82 | 715  | 1190 | 43.9     | 146.8167 | -0.03    | 0.003333 | 61.18       |
| 32 | Yuzhno-Kuril'sk           | 3         | 44.04 | 145.85 | 722  | 1132 | 44.01667 | 145.85   | 0.023333 | 0        | 5.02        |
| 33 | M.Kril'on                 | 4         | 45.9  | 142.08 | 835  | 906  | 45.9     | 142.0833 | 0        | -0.00333 | 5.41        |
| 34 | Nevel'sk                  | 4         | 46.68 | 141.86 | 882  | 892  | 46.68333 | 141.85   | -0.00333 | 0.01     | 8.03        |
| 35 | Holmsk                    | 4         | 47.06 | 142.06 | 904  | 903  | 47.05    | 142.0333 | 0.01     | 0.026667 | 9.43        |
| 36 | Il'inskii                 | 4         | 47.99 | 142.21 | 960  | 912  | 47.98333 | 142.1833 | 0.006667 | 0.026667 | 4.75        |
| 37 | Ulegorsk                  | 4         | 49.08 | 142.07 | 1025 | 902  | 49.06667 | 142.0167 | 0.013333 | 0.053333 | 7.16        |
| 38 | Pil'vo (Smirnyh)          | 4         | 50.04 | 142.18 | 1084 | 910  | 50.05    | 142.15   | -0.01    | 0.03     | 1           |
| 39 | Aleksandrovsk-Sahalinskii | 4         | 50.9  | 142.15 | 1136 | 909  | 50.91667 | 142.1333 | -0.01667 | 0.016667 | 3.81        |
| 40 | De-Kastri                 | 4         | 51.48 | 140.77 | 1169 | 830  | 51.46667 | 140.8167 | 0.013333 | -0.04667 | 2           |

|    |                                     |   |       |        |      |      |          |          |          |          |       |
|----|-------------------------------------|---|-------|--------|------|------|----------|----------|----------|----------|-------|
| 41 | Sov.Gavan'                          | 4 | 48.97 | 140.29 | 1021 | 802  | 49       | 140.35   | -0.03    | -0.06    | 2     |
| 42 | Grossevichi                         | 4 | 47.99 | 139.53 | 960  | 754  | 47.98333 | 139.55   | 0.006667 | -0.02    | 4.96  |
| 43 | Severo-Kuril'sk                     | 5 | 50.68 | 156.12 | 1121 | 1750 | 50.66667 | 156.15   | 0.013333 | -0.03    | 8     |
| 44 | Odoptu                              | 5 | 53.37 | 143.17 | 1283 | 971  | 53.36667 | 143.1667 | 0.003333 | 0.003333 | 1.88  |
| 45 | Komrvo                              | 5 | 51.12 | 143.57 | 1148 | 995  | 51.11667 | 143.5667 | 0.003333 | 0.003333 | 2.8   |
| 46 | Pogranichnoe                        | 5 | 50.37 | 143.76 | 1103 | 1007 | 50.36667 | 143.7667 | 0.003333 | -0.00667 | 0.63  |
| 47 | M.Terpeniya                         | 5 | 48.65 | 144.73 | 999  | 1065 | 48.63333 | 144.7333 | 0.016667 | -0.00333 | 4.08  |
| 48 | Poronaisk                           | 5 | 49.22 | 143.09 | 1033 | 968  | 49.2     | 143.1167 | 0.02     | -0.02667 | 0.96  |
| 49 | Makarov                             | 5 | 48.63 | 142.77 | 998  | 949  | 48.61667 | 142.8    | 0.013333 | -0.03    | 5     |
| 50 | Vzmor'e                             | 5 | 47.85 | 142.51 | 951  | 933  | 47.83333 | 142.5333 | 0.016667 | -0.02333 | 4.05  |
| 51 | Starodubskoe                        | 5 | 47.41 | 142.82 | 926  | 950  | 47.41667 | 142.8167 | -0.00667 | 0.003333 | 1.87  |
| 52 | Novikovo                            | 5 | 46.37 | 143.35 | 864  | 981  | 46.38333 | 143.3333 | -0.01333 | 0.016667 | 6.41  |
| 53 | Korsakov                            | 5 | 46.64 | 142.78 | 879  | 945  | 46.63333 | 142.7333 | 0.006667 | 0.046667 | 4.88  |
| 54 | Kuril'sk                            | 5 | 45.23 | 147.88 | 796  | 1253 | 45.25    | 147.8667 | -0.02    | 0.013333 | 45.47 |
| 55 | s. Maksimovka                       | 6 | 46.09 | 137.89 | 846  | 658  | 46.08333 | 137.95   | 0.006667 | -0.06    | 7.98  |
| 56 | p. Ternei                           | 6 | 45    | 136.6  | 782  | 581  | 45.01667 | 136.6667 | -0.01667 | -0.06667 | 21.58 |
| 57 | p. Plastun                          | 6 | 44.75 | 136.29 | 765  | 562  | 44.73333 | 136.35   | 0.016667 | -0.06    | 18.9  |
| 58 | p. Kamenka                          | 6 | 44.46 | 136.02 | 747  | 542  | 44.43333 | 136.0167 | 0.026667 | 0.003333 | 15.48 |
| 59 | s. Lidovka                          | 6 | 44.43 | 135.87 | 745  | 535  | 44.4     | 135.9    | 0.03     | -0.03    | 16    |
| 60 | p. Rudnaya pristan'                 | 6 | 44.36 | 135.82 | 742  | 532  | 44.35    | 135.85   | 0.01     | -0.03    | 18    |
| 61 | s. Veselyi Yar                      | 6 | 43.96 | 135.45 | 717  | 510  | 43.93333 | 135.4833 | 0.026667 | -0.03333 | 18.81 |
| 62 | p. Ol'ga                            | 6 | 43.75 | 135.29 | 702  | 496  | 43.68333 | 135.25   | 0.066667 | 0.04     | 6.95  |
| 63 | s. Moryak-Rybolov                   | 6 | 43.34 | 134.78 | 680  | 469  | 43.31667 | 134.8    | 0.023333 | -0.02    | 16.04 |
| 64 | s. Valentin                         | 6 | 43.12 | 134.29 | 666  | 438  | 43.08333 | 134.2833 | 0.036667 | 0.006667 | 31    |
| 65 | p. Glazkovka                        | 6 | 43.07 | 134.17 | 664  | 432  | 43.05    | 134.1833 | 0.02     | -0.01333 | 10.16 |
| 66 | s. Sokolovka                        | 6 | 44.12 | 133.86 | 653  | 414  | 42.86667 | 133.8833 | 1.253333 | -0.02333 | 36.22 |
| 67 | s. Kievka                           | 6 | 42.91 | 133.7  | 651  | 402  | 42.83333 | 133.6833 | 0.076667 | 0.016667 | 8.3   |
| 68 | d. Melkovodnoe                      | 6 | 42.86 | 133.62 | 651  | 400  | 42.83333 | 133.65   | 0.026667 | -0.03    | 16.93 |
| 69 | buh. Uspeniya                       | 6 | 42.82 | 133.52 | 650  | 393  | 42.81667 | 133.5333 | 0.003333 | -0.01333 | 10.74 |
| 70 | Vrangel'                            | 6 | 42.72 | 133.07 | 646  | 363  | 42.75    | 133.0333 | -0.03    | 0.036667 | 9.71  |
| 71 | d. Beregovaya                       | 6 | 42.76 | 133.08 | 647  | 362  | 42.76667 | 133.0167 | -0.00667 | 0.063333 | 18.04 |
| 72 | Nahodka                             | 6 | 42.78 | 132.86 | 650  | 356  | 42.81667 | 132.9167 | -0.03667 | -0.05667 | 5.43  |
| 73 | p. Livadiya                         | 6 | 42.87 | 132.68 | 651  | 342  | 42.83333 | 132.6833 | 0.036667 | -0.00333 | 23.9  |
| 74 | Bol'shoi Kamen'                     | 6 | 43.11 | 132.35 | 667  | 319  | 43.1     | 132.3    | 0.01     | 0.05     | 13    |
| 75 | Vladivostok                         | 6 | 43.13 | 131.92 | 670  | 294  | 43.15    | 131.8833 | -0.02    | 0.036667 | 9.76  |
| 76 | s. Andreevka                        | 6 | 42.65 | 131.13 | 637  | 249  | 42.6     | 131.1333 | 0.05     | -0.00333 | 1.84  |
| 77 | ОАО «"Morskoj port v buhte Troitsa» | 6 | 42.64 | 131.08 | 637  | 246  | 42.6     | 131.0833 | 0.04     | -0.00333 | 2.98  |
| 78 | p. Zarubino                         | 6 | 42.65 | 131.07 | 638  | 245  | 42.61667 | 131.0667 | 0.033333 | 0.003333 | 2.02  |
| 79 | Zolotoi (morskaya)                  | 7 | 47.32 | 138.97 | 919  | 719  | 47.3     | 138.9667 | 0.02     | 0.003333 | 14.92 |
| 80 | Sosunovo (mors)                     | 7 | 46.53 | 138.33 | 873  | 682  | 46.53333 | 138.35   | -0.00333 | -0.02    | 11.97 |
| 81 | Malaya Kema (ma)                    | 7 | 45.42 | 137.15 | 805  | 611  | 45.4     | 137.1667 | 0.02     | -0.01667 | 8.61  |
| 82 | Rudnaya pristan' (morskaya)         | 7 | 44.36 | 135.82 | 742  | 532  | 44.35    | 135.85   | 0.01     | -0.03    | 18    |
| 83 | Preobrazhenie (morskaya)            | 7 | 42.9  | 133.91 | 653  | 414  | 42.86667 | 133.8833 | 0.033333 | 0.026667 | 36.22 |
| 84 | Nahodka (morskaya)                  | 7 | 42.78 | 132.86 | 650  | 356  | 42.81667 | 132.9167 | -0.03667 | -0.05667 | 5.43  |
| 85 | Vladivostok                         | 7 | 43.13 | 131.92 | 670  | 294  | 43.15    | 131.8833 | -0.02    | 0.036667 | 9.76  |
| 86 | Pos'et (morskaya)                   | 7 | 42.66 | 130.8  | 641  | 228  | 42.66667 | 130.7833 | -0.00667 | 0.016667 | 2.87  |

Рельеф дна «глобальной» расчетной области изображен на Рис. 1. На следующем рисунке (Рис. 2) приведены глубины в расчетных прибрежных точках, соответствующие каждому из защищаемых пунктов из таблицы (Таблица 1). Как видно из этого рисунка, в двух точках (Курильск - № 54 и Буревестник - № 30) глубины превосходят отметку 45 м, что связано с погрешностью одноминутной цифровой батиметрии и естественной неопределенностью в указании координат соответствующих пунктов. Отметим, что использованная исполнителями одноминутная цифровая батиметрия была получена прореживанием тридцатисекундной батиметрии «GEBCO-2008» в пределах от 129 до 180 градусов восточной долготы и от 39 до 62 градусов северной широты.

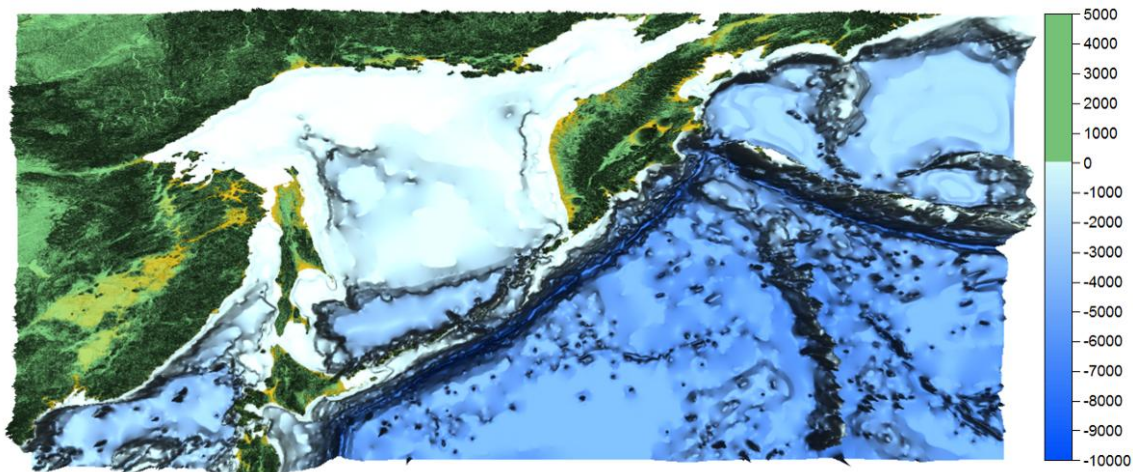


Рис. 1. Рельеф дна «глобальной» расчетной области

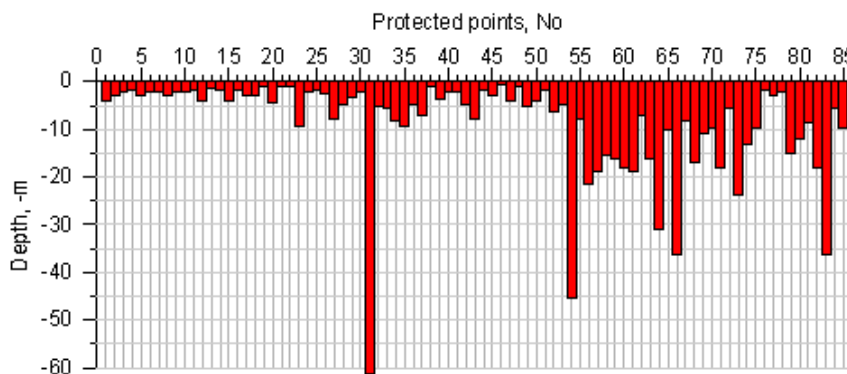


Рис. 2. Распределение глубин под защищаемыми пунктами

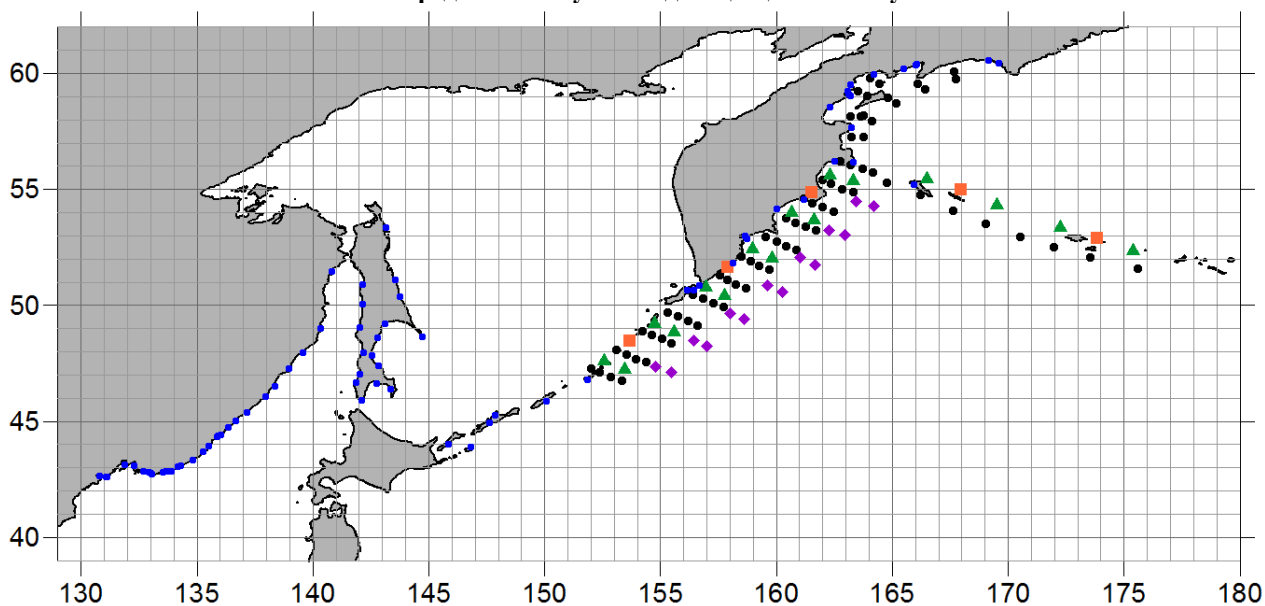


Рис. 3. «Глобальная область»: синие точки – защищаемые пункты, черные кружочки – источники магнитуды 7.8, сиреневые ромбики – 8.1, зеленые треугольники – 8.4, оранжевые квадратики – 9.0.



Следуя изложенной выше методологии, исполнителями были проведены предварительные расчеты, выполнявшиеся в «глобальной» расчетной области на 63000 секунд (17.5 часов) физического времени с использованием модифицированного в части уточнения азимутов направленности очагов цунамигенных землетрясений набора очагов, предложенных при выполнении контракта 2007 г.

Определенный в ходе анализа результатов этих расчетов общий характер проявлений очагов цунамигенных землетрясений в каждом из защищаемых пунктов позволил определить совокупность частично пересекающихся расчетных подобластей, расчеты в которых на рельефах, оцифрованных с пространственным шагом 15 секунд, обеспечили приемлемую точность определения экстремальных волновых характеристик. При этом пороговое значение полученной на минутной сетке максимальной амплитуды, на основании которого принималось решение о проведении или непроведении уточняющих расчетов для конкретного модельного источника в конкретном защищаемом пункте (или участке защищаемого побережья, включающего конкретный пункт), составляло 50 сантиметров.

В результате было выделено 6 расчетных подобластей, схематичное расположение и географические координаты которых приведены ниже. Географические координаты расчетных подобластей для цунамигенных землетрясений с магнитудой 7.8, 8.1 и 8.4 и времена моделирования в каждой из них указаны в таблице (Таблица 2). Перечни расположенных в этих подобластях защищаемых пунктов, их исходные и модифицированные координаты, а также соответствующие этим пунктам глубины, указаны в таблицах (

Таблица 3 – Таблица 8), а на рисунках (Рис. 5 – Рис. 10) – рельефы малых подобластей, цифровая батиметрия которых была получена на основе упомянутого выше массива тридцатисекундной батиметрии «GEBCO-2008» с использованием алгоритмов интерполяции. При этом исполнители столкнулись с определенными трудностями, вызванными неточностями и несовпадением данных из батиметрических массивов «GEBCO-2008».

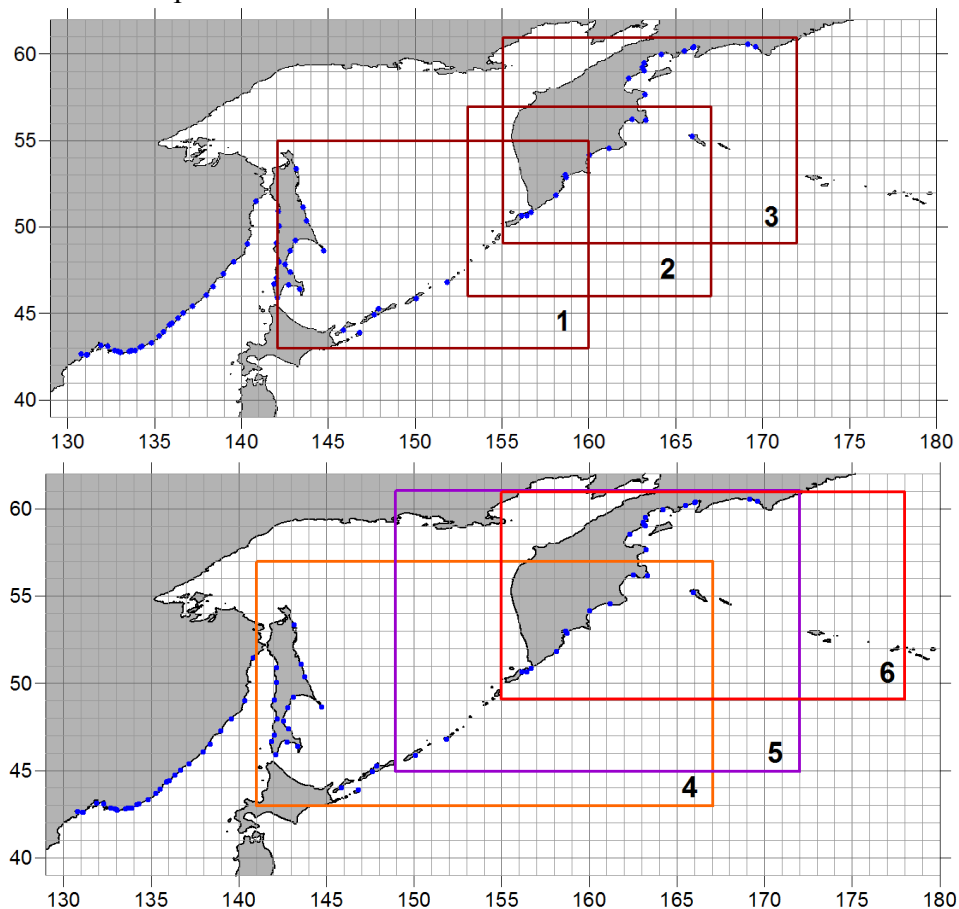


Рис. 4. Схематическое изображение малых расчетных подобластей.  
Синими кружочками отмечены защищаемые пункты.

Таблица 2. Географические координаты расчетных подобластей для цунамигенных землетрясений с магнитудой 7.8, 8.1 и 8.4, а также продолжительность расчета в секундах физического времени

| ID  | Минимальная<br>Восточная<br>долгота | Максимальная<br>Восточная<br>долгота | Минимальная<br>Северная<br>широта | Максимальная<br>Северная широта | Продолжительность<br>расчета в секундах<br>физического времени |
|-----|-------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|--|
| I   | 142                                 | 160                                  | 43                                | 55                              | 43200  |
| II  | 153                                 | 167                                  | 46                                | 57                              | 43200  |
| III | 155                                 | 172                                  | 49                                | 61                              | 63000  |
| IV  | 141                                 | 167                                  | 43                                | 57                              | 63000  |
| V   | 149                                 | 172                                  | 45                                | 61                              | 63000  |
| VI  | 155                                 | 178                                  | 49                                | 61                              | 43200  |

Таблица 3. Расчетная область № 1

| Global Index | Name                      | N     | E      | N 15 sec | E 15 sec | Depth 15 sec | Local Index | Распределение глубин под защищаемыми пунктами на 15 секундной сетке |
|--------------|---------------------------|-------|--------|----------|----------|--------------|-------------|---|
| 22           | Petropavlovskii mayak     | 52.88 | 158.72 | 52.88333 | 158.7042 | 2.5          | 1           |   |
| 13           | Petropavlovsk-Kamchatskii | 53.05 | 158.63 | 53.0375  | 158.6167 | 1.5          | 2           |   |
| 23           | Vodopadnaya               | 51.82 | 158.1  | 51.81667 | 158.1083 | 18           | 3           |   |
| 24           | Lopatka                   | 50.87 | 156.67 | 50.86667 | 156.6583 | 2            | 4           |   |
| 26           | Shumshu                   | 50.74 | 156.31 | 50.65    | 156.4167 | 4.5          | 5           |   |
| 27           | Severo-Kuril'sk           | 50.68 | 156.12 | 50.66667 | 156.1333 | 1.5          | 6           |   |
| 28           | Simushir                  | 46.82 | 151.78 | 46.77917 | 151.8375 | 2.875        | 7           |   |
| 29           | Urup                      | 45.96 | 149.99 | 45.86667 | 150.0833 | 2.5          | 8           |   |
| 54           | Kuril'sk                  | 45.23 | 147.88 | 45.23333 | 147.8625 | 3.5          | 9           |   |
| 30           | Burevestnik               | 44.92 | 147.61 | 44.93333 | 147.625  | 1            | 10          |   |
| 31           | Malokuril'skoe            | 43.87 | 146.82 | 43.87917 | 146.8125 | 5            | 11          |   |
| 32           | Yuzhno-Kuril'sk           | 44.04 | 145.85 | 44.02083 | 145.85   | 2.5          | 12          |   |
| 44           | Odoptu                    | 53.37 | 143.17 | 53.375   | 143.1792 | 2.75         | 13          |   |
| 45           | Komrvo                    | 51.12 | 143.57 | 51.11667 | 143.5667 | 1            | 14          |   |
| 46           | Pogranichnoe              | 50.37 | 143.76 | 50.375   | 143.7708 | 4            | 15          |   |
| 47           | M.Terpeniya               | 48.65 | 144.73 | 48.65417 | 144.7292 | 27.75        | 16          |   |
| 48           | Poronaisk                 | 49.22 | 143.09 | 49.21667 | 143.0958 | 5.25         | 17          |   |
| 49           | Makarov                   | 48.63 | 142.77 | 48.62083 | 142.7917 | 1.5          | 18          |   |
| 50           | Vzmor'e                   | 47.85 | 142.51 | 47.84167 | 142.5292 | 2.25         | 19          |   |
| 51           | Starodubskoe              | 47.41 | 142.82 | 47.41667 | 142.8167 | 8            | 20          |   |
| 52           | Novikovo                  | 46.37 | 143.35 | 46.36667 | 143.3458 | 0.75         | 21          |   |
| 53           | Korsakov                  | 46.64 | 142.78 | 46.62917 | 142.7583 | 1.75         | 22          |   |

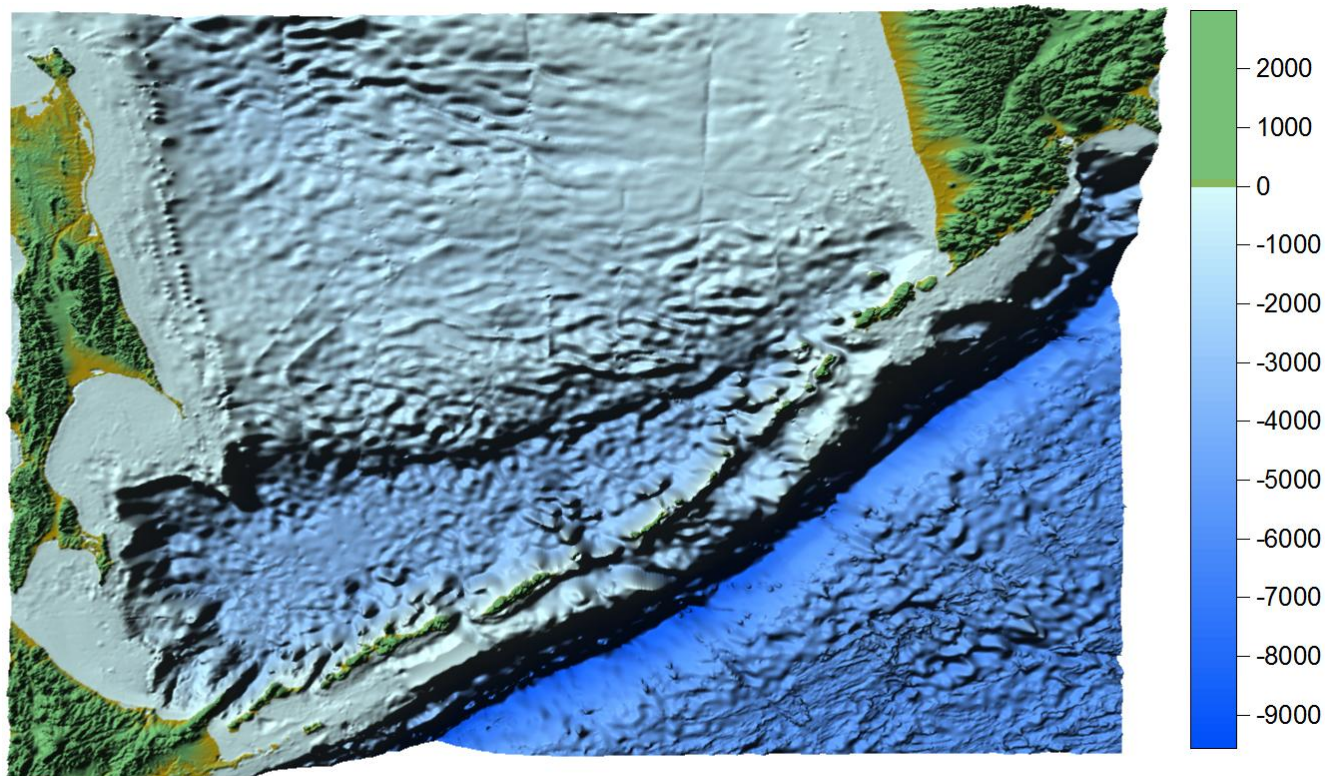


Рис. 5. Рельеф дна 1-й расчетной подобласти

Таблица 4. Расчетная область № 2

| Global Index | Name                      | N     | E      | N 15 sec | E 15 sec | Depth 15 sec | Local Index | Распределение глубин под защищаемыми пунктами на 15 секундной сетке |
|--------------|---------------------------|-------|--------|----------|----------|--------------|-------------|---|
| 14           | Nicol'skoe                | 55.2  | 166.02 | 48.99583 | 154.9958 | 2            | 1           |   |
| 19           | Afrika                    | 56.18 | 163.3  | 56.16667 | 163.3125 | 13           | 2           |   |
| 12           | Ust'-Kamchatsk            | 56.24 | 162.5  | 56.22917 | 162.5    | 10.5         | 3           |   |
| 20           | Kronoki                   | 54.58 | 161.21 | 54.57917 | 161.1958 | 22.75        | 4           |   |
| 21           | Semyachiki                | 54.2  | 159.98 | 54.14583 | 160.0333 | 28.25        | 5           |   |
| 22           | Petropavlovskii mayak     | 52.88 | 158.72 | 52.88333 | 158.7042 | 2.5          | 6           |   |
| 13           | Petropavlovsk-Kamchatskii | 53.05 | 158.63 | 53.0375  | 158.6167 | 5.25         | 7           |   |
| 23           | Vodopadnaya               | 51.82 | 158.1  | 51.81667 | 158.1083 | 18           | 8           |   |
| 24           | Lopatka                   | 50.87 | 156.67 | 50.86667 | 156.6583 | 2            | 9           |   |
| 26           | Shumshu                   | 50.74 | 156.31 | 50.65    | 156.4167 | 4.5          | 10          |   |
| 27           | Severo-Kuril'sk           | 50.68 | 156.12 | 50.66667 | 156.1333 | 1.5          | 11          |   |

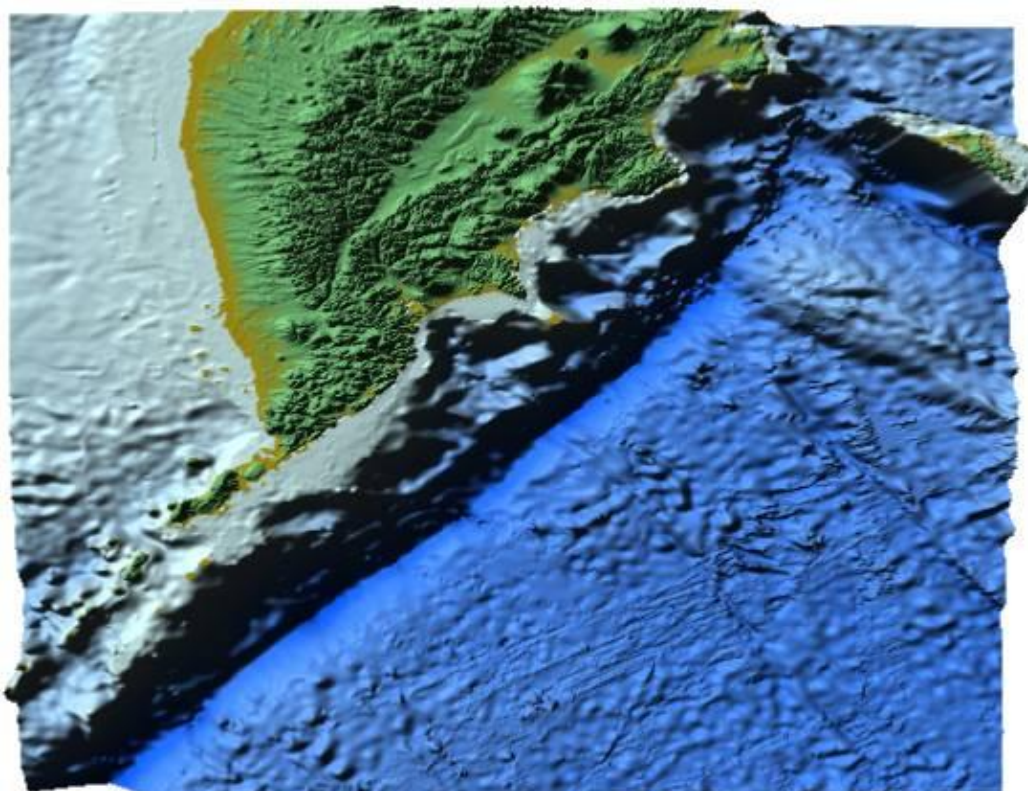


Рис. 6. Рельеф дна 2-й расчетной подобласти

Таблица 5. Расчетная область № 3.

| Global Index | Name                      | N     | E      | N 15 sec | E 15 sec | Depth 15 sec | Local Index | Распределение глубин под защищаемыми пунктами на 15 секундной сетке |
|--------------|---------------------------|-------|--------|----------|----------|--------------|-------------|---|
| 14           | Nicol'skoe                | 55.2  | 166.02 | 55.20833 | 165.9917 | 2            | 1           |   |
| 1            | Apuka                     | 60.46 | 169.58 | 60.44583 | 169.575  | 4.75         | 2           |   |
| 2            | Pahachi                   | 60.56 | 169.14 | 60.55833 | 169.1375 | 0.25         | 3           |   |
| 3            | Tilichiki                 | 60.43 | 163.18 | 60.4125  | 166.05   | 3            | 4           |   |
| 4            | Korf                      | 60.37 | 166.01 | 60.37083 | 166.0083 | 2            | 5           |   |
| 5            | Vyvenka                   | 60.19 | 165.45 | 60.18333 | 165.4583 | 2.5          | 6           |   |
| 6            | Il'pyskoe                 | 59.96 | 164.18 | 59.95417 | 164.1833 | 9            | 7           |   |
| 7            | Tymlat                    | 59.5  | 163.18 | 59.49583 | 163.2042 | 1            | 8           |   |
| 8            | Ossora                    | 59.25 | 163.07 | 59.24583 | 163.0708 | 1.25         | 9           |   |
| 9            | Kostroma                  | 59.04 | 163.18 | 59.0375  | 163.1833 | 33.5         | 10          |   |
| 10           | Karaga                    | 59.11 | 163.12 | 59.12083 | 163.1292 | 0.75         | 11          |   |
| 11           | Ivashka                   | 58.57 | 162.3  | 58.55833 | 162.3167 | 3            | 12          |   |
| 18           | Ozernaya                  | 57.65 | 163.23 | 57.65    | 163.225  | 16.5         | 13          |   |
| 19           | Afrika                    | 56.18 | 163.3  | 56.16667 | 163.3125 | 13           | 14          |   |
| 12           | Ust'-Kamchatsk            | 56.24 | 162.5  | 56.22917 | 162.5    | 10.5         | 15          |   |
| 20           | Kronoki                   | 54.58 | 161.21 | 54.57917 | 161.1958 | 22.75        | 16          |   |
| 21           | Semyachiki                | 54.2  | 159.98 | 54.14583 | 160.0333 | 28.25        | 17          |   |
| 22           | Petropavlovskii mayak     | 52.88 | 158.72 | 52.88333 | 158.7042 | 2.5          | 18          |   |
| 13           | Petropavlovsk-Kamchatskii | 53.05 | 158.63 | 53.0375  | 158.6167 | 5.25         | 19          |   |
| 23           | Vodopadnaya               | 51.82 | 158.1  | 51.81667 | 158.1083 | 18           | 20          |   |
| 24           | Lopatka                   | 50.87 | 156.67 | 50.86667 | 156.6583 | 2            | 21          |   |
| 26           | Shumshu                   | 50.74 | 156.31 | 50.65    | 156.4167 | 4.5          | 22          |   |
| 27           | Severo-Kuril'sk           | 50.68 | 156.12 | 50.66667 | 156.1333 | 1.5          | 23          |   |

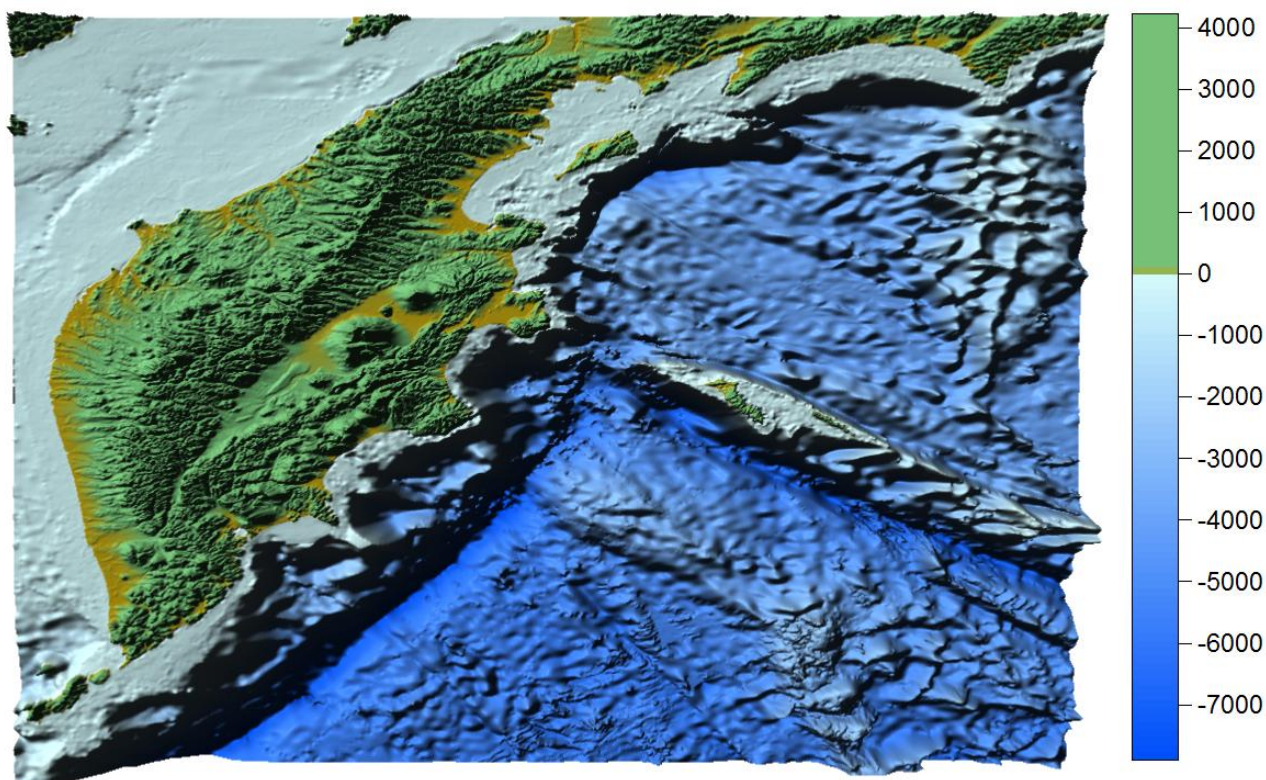


Рис. 7. Рельеф дна 3-й расчетной подобласти

Таблица 6. Расчетная область № 4.

| Global Index | Name                      | N     | E      | N 15 sec | E 15 sec | Depth 15 sec | Local Index | Распределение глубин под защищаемыми пунктами на 15 секундной сетке |
|--------------|---------------------------|-------|--------|----------|----------|--------------|-------------|---|
| 14           | Nikol'skoe                | 55.2  | 166.02 | 55.20833 | 165.9917 | 2            | 1           | <p>Depth, m.</p> <p>Protected points, No.</p>                       |
| 19           | Afrika                    | 56.18 | 163.3  | 56.16667 | 163.3125 | 13           | 2           |   |
| 12           | Ust'-Kamchatsk            | 56.24 | 162.5  | 56.22917 | 162.5    | 10.5         | 3           |   |
| 20           | Kronoki                   | 54.58 | 161.21 | 54.57917 | 161.1958 | 22.75        | 4           |   |
| 21           | Semyachiki                | 54.2  | 159.98 | 54.14583 | 160.0333 | 28.25        | 5           |   |
| 22           | Petropavlovskii mayak     | 52.88 | 158.72 | 52.88333 | 158.7042 | 2.5          | 6           |   |
| 13           | Petropavlovsk-Kamchatskii | 53.05 | 158.63 | 53.0375  | 158.6167 | 5.25         | 7           |   |
| 23           | Vodopadnaya               | 51.82 | 158.1  | 51.81667 | 158.1083 | 18           | 8           |   |
| 24           | Lopatka                   | 50.87 | 156.67 | 50.86667 | 156.6583 | 2            | 9           |   |
| 26           | Shumshu                   | 50.74 | 156.31 | 50.65    | 156.4167 | 4.5          | 10          |   |
| 27           | Severo-Kuril'sk           | 50.68 | 156.12 | 50.66667 | 156.1333 | 1.5          | 11          |   |
| 28           | Simushir                  | 46.82 | 151.78 | 46.77917 | 151.8375 | 2.875        | 12          |   |
| 29           | Urup                      | 45.96 | 149.99 | 45.86667 | 150.0833 | 2.5          | 13          |   |
| 54           | Kuril'sk                  | 45.23 | 147.88 | 45.23333 | 147.8625 | 3.5          | 14          |   |
| 30           | Burevestnik               | 44.92 | 147.61 | 44.93333 | 147.625  | 1            | 15          |   |
| 31           | Malokuril'skoe            | 43.87 | 146.82 | 43.87917 | 146.8125 | 5            | 16          |   |
| 32           | Yuzhno-Kuril'sk           | 44.04 | 145.85 | 44.02083 | 145.85   | 2.5          | 17          |   |
| 44           | Odoptu                    | 53.37 | 143.17 | 53.375   | 143.1792 | 2.75         | 18          |   |
| 45           | Komrvo                    | 51.12 | 143.57 | 51.11667 | 143.5667 | 1            | 19          |   |
| 46           | Pogranichnoe              | 50.37 | 143.76 | 50.375   | 143.7708 | 4            | 20          |   |
| 47           | M.Terpeniya               | 48.65 | 144.73 | 48.65417 | 144.7292 | 27.75        | 21          |   |
| 48           | Poronaisk                 | 49.22 | 143.09 | 49.21667 | 143.0958 | 5.25         | 22          |   |
| 49           | Makarov                   | 48.63 | 142.77 | 48.62083 | 142.7917 | 1.5          | 23          |   |
| 50           | Vzmor'e                   | 47.85 | 142.51 | 47.84167 | 142.5292 | 2.25         | 24          |   |
| 51           | Starodubskoe              | 47.41 | 142.82 | 47.41667 | 142.8167 | 8            | 25          |   |
| 52           | Novikovo                  | 46.37 | 143.35 | 46.36667 | 143.3458 | 0.75         | 26          |   |
| 53           | Korsakov                  | 46.64 | 142.78 | 46.62917 | 142.7583 | 1.75         | 27          |   |
| 33           | M.Kril'on                 | 45.9  | 142.08 | 45.89583 | 142.075  | 1.25         | 28          |   |

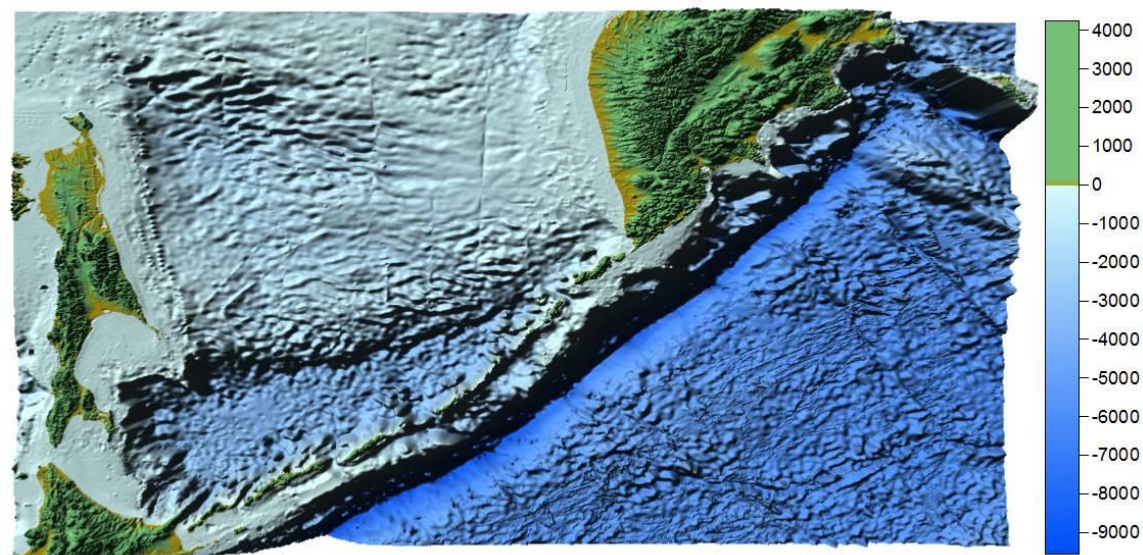


Рис. 8. Рельеф дна 4-й расчетной подобласти

Таблица 7. Расчетная область № 5.

| Global Index | Name                      | N     | E      | N 15 sec | E 15 sec | Depth 15 sec | Local Index | Распределение глубин под защищаемыми пунктами на 15 секундной сетке |
|--------------|---------------------------|-------|--------|----------|----------|--------------|-------------|---|
| 14           | Nicol'skoe                | 55.2  | 166.02 | 55.20833 | 165.9917 | 2            | 1           |   |
| 1            | Apuka                     | 60.46 | 169.58 | 60.44583 | 169.575  | 4.75         | 2           |   |
| 2            | Pahachi                   | 60.56 | 169.14 | 60.55833 | 169.1375 | 0.25         | 3           |   |
| 3            | Tilichiki                 | 60.43 | 163.18 | 60.4125  | 166.05   | 3            | 4           |   |
| 4            | Korf                      | 60.37 | 166.01 | 60.37083 | 166.0083 | 2            | 5           |   |
| 5            | Vyvenka                   | 60.19 | 165.45 | 60.18333 | 165.4583 | 2.5          | 6           |   |
| 6            | Il'pyskoe                 | 59.96 | 164.18 | 59.95417 | 164.1833 | 9            | 7           |   |
| 7            | Tymlat                    | 59.5  | 163.18 | 59.49583 | 163.2042 | 1            | 8           |   |
| 8            | Ossora                    | 59.25 | 163.07 | 59.24583 | 163.0708 | 1.25         | 9           |   |
| 9            | Kostroma                  | 59.04 | 163.18 | 59.0375  | 163.1833 | 33.5         | 10          |   |
| 10           | Karaga                    | 59.11 | 163.12 | 59.12083 | 163.1292 | 0.75         | 11          |   |
| 11           | Ivashka                   | 58.57 | 162.3  | 58.55833 | 162.3167 | 3            | 12          |   |
| 18           | Ozernaya                  | 57.65 | 163.23 | 57.65    | 163.225  | 16.5         | 13          |   |
| 19           | Afrika                    | 56.18 | 163.3  | 56.16667 | 163.3125 | 13           | 14          |   |
| 12           | Ust'-Kamchatsk            | 56.24 | 162.5  | 56.22917 | 162.5    | 10.5         | 15          |   |
| 20           | Kronoki                   | 54.58 | 161.21 | 54.57917 | 161.1958 | 22.75        | 16          |   |
| 21           | Semyachiki                | 54.2  | 159.98 | 54.14583 | 160.0333 | 28.25        | 17          |   |
| 22           | Petropavlovskii mayak     | 52.88 | 158.72 | 52.88333 | 158.7042 | 2.5          | 18          |   |
| 13           | Petropavlovsk-Kamchatskii | 53.05 | 158.63 | 53.0375  | 158.6167 | 5.25         | 19          |   |
| 23           | Vodopadnaya               | 51.82 | 158.1  | 51.81667 | 158.1083 | 18           | 20          |   |
| 24           | Lopatka                   | 50.87 | 156.67 | 50.86667 | 156.6583 | 2            | 21          |   |
| 26           | Shumshu                   | 50.74 | 156.31 | 50.65    | 156.4167 | 4.5          | 22          |   |
| 27           | Severo-Kuril'sk           | 50.68 | 156.12 | 50.66667 | 156.1333 | 1.5          | 23          |   |
| 28           | Simushir                  | 46.82 | 151.78 | 46.77917 | 151.8375 | 2.875        | 24          |   |

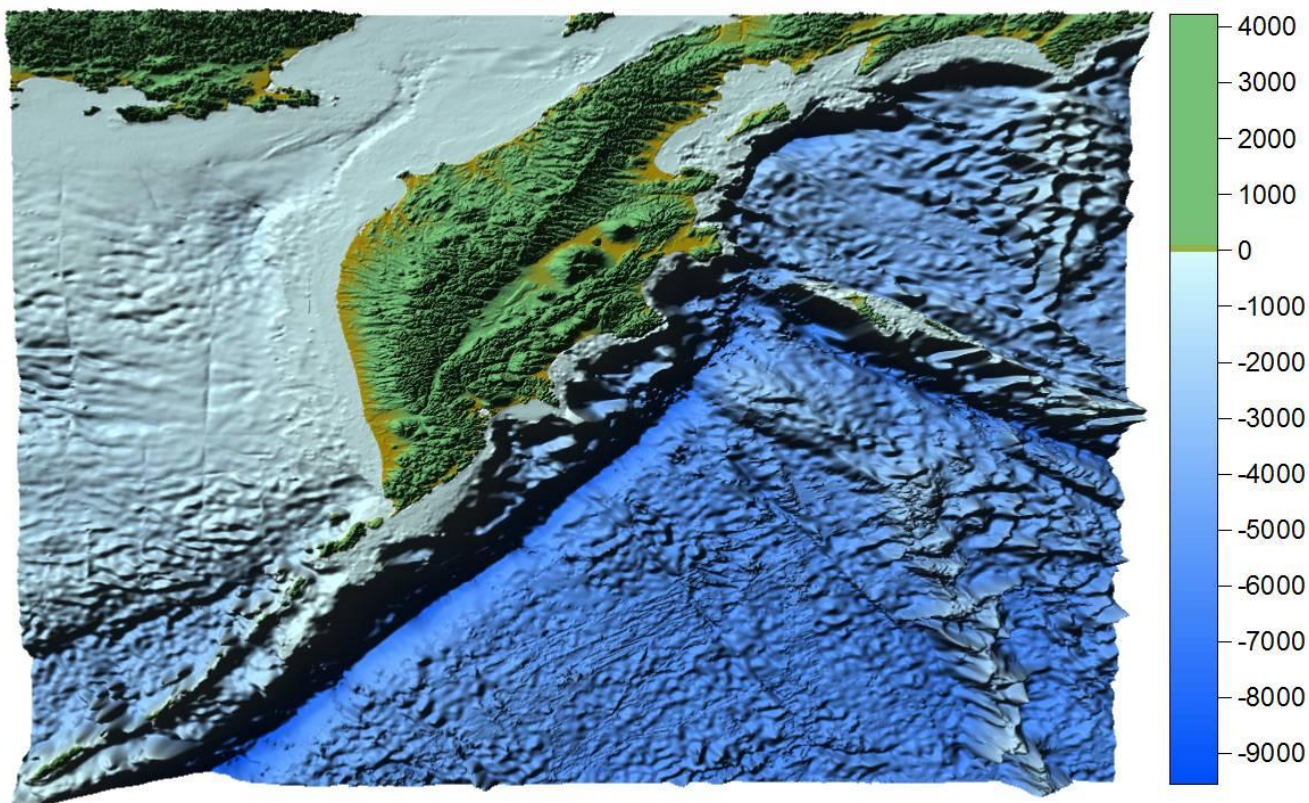


Рис. 9. Рельеф дна 5-й расчетной подобласти

Таблица 8. Расчетная область № 6.

| Global Index | Name                      | N     | E      | N 15 sec | E 15 sec | Depth 15 sec | Local Index | Распределение глубин под защищаемыми пунктами на 15 секундной сетке |
|--------------|---------------------------|-------|--------|----------|----------|--------------|-------------|---|
| 14           | Nicol'skoe                | 55.2  | 166.02 | 55.20833 | 165.9917 | 2            | 1           |   |
| 1            | Apuka                     | 60.46 | 169.58 | 60.44583 | 169.575  | 4.75         | 2           |   |
| 2            | Pahachi                   | 60.56 | 169.14 | 60.55833 | 169.1375 | 0.25         | 3           |   |
| 3            | Tilichiki                 | 60.43 | 163.18 | 60.4125  | 166.05   | 3            | 4           |   |
| 4            | Korf                      | 60.37 | 166.01 | 60.37083 | 166.0083 | 2            | 5           |   |
| 5            | Vyvenka                   | 60.19 | 165.45 | 60.18333 | 165.4583 | 2.5          | 6           |   |
| 6            | Il'pyskoe                 | 59.96 | 164.18 | 59.95417 | 164.1833 | 9            | 7           |   |
| 7            | Tymlat                    | 59.5  | 163.18 | 59.49583 | 163.2042 | 1            | 8           |   |
| 8            | Ossora                    | 59.25 | 163.07 | 59.24583 | 163.0708 | 1.25         | 9           |   |
| 9            | Kostroma                  | 59.04 | 163.18 | 59.0375  | 163.1833 | 33.5         | 10          |   |
| 10           | Karaga                    | 59.11 | 163.12 | 59.12083 | 163.1292 | 0.75         | 11          |   |
| 11           | Ivashka                   | 58.57 | 162.3  | 58.55833 | 162.3167 | 3            | 12          |   |
| 18           | Ozernaya                  | 57.65 | 163.23 | 57.65    | 163.225  | 16.5         | 13          |   |
| 19           | Afrika                    | 56.18 | 163.3  | 56.16667 | 163.3125 | 13           | 14          |   |
| 12           | Ust'-Kamchatsk            | 56.24 | 162.5  | 56.22917 | 162.5    | 10.5         | 15          |   |
| 20           | Kronoki                   | 54.58 | 161.21 | 54.57917 | 161.1958 | 22.75        | 16          |   |
| 21           | Semyachiki                | 54.2  | 159.98 | 54.14583 | 160.0333 | 28.25        | 17          |   |
| 22           | Petropavlovskii mayak     | 52.88 | 158.72 | 52.88333 | 158.7042 | 2.5          | 18          |   |
| 13           | Petropavlovsk-Kamchatskii | 53.05 | 158.63 | 53.0375  | 158.6167 | 5.25         | 19          |   |
| 23           | Vodopadnaya               | 51.82 | 158.1  | 51.81667 | 158.1083 | 18           | 20          |   |
| 24           | Lopatka                   | 50.87 | 156.67 | 50.86667 | 156.6583 | 2            | 21          |   |
| 26           | Shumshu                   | 50.74 | 156.31 | 50.65    | 156.4167 | 4.5          | 22          |   |
| 27           | Severo-Kuril'sk           | 50.68 | 156.12 | 50.66667 | 156.1333 | 1.5          | 23          |   |

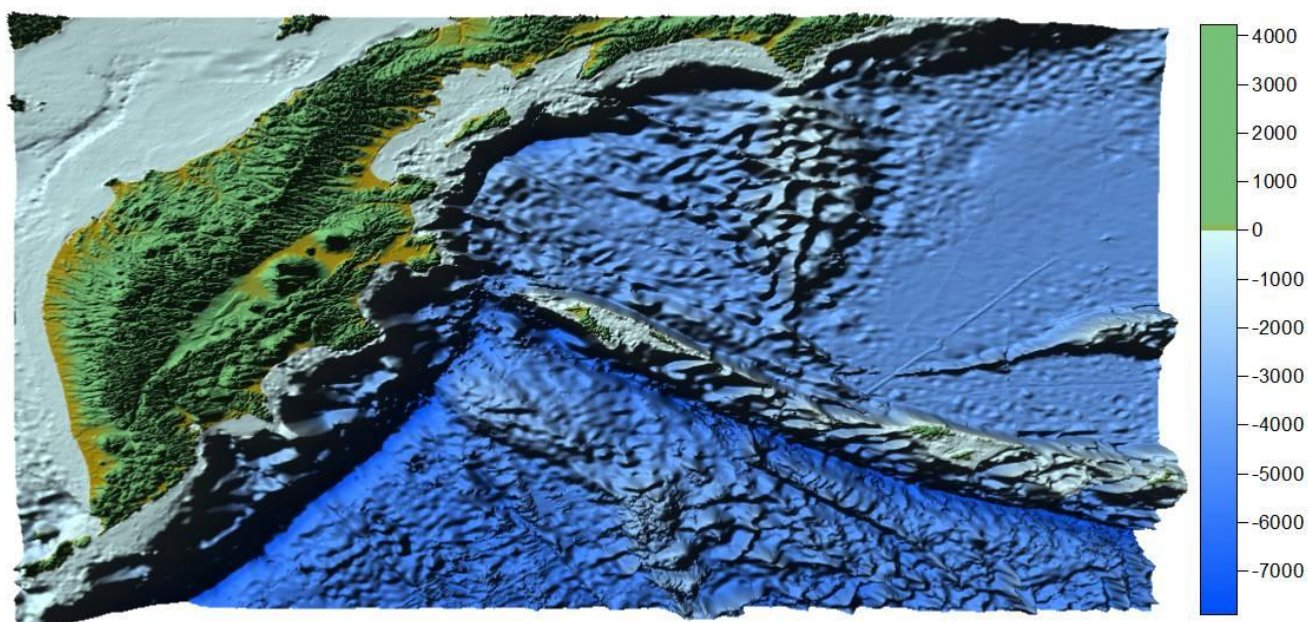


Рис. 10. Рельеф дна 6-й расчетной подобласти

Изображенные на следующем рисунке (Рис. 11) рельефы дна акваторий, прилегающих к острову Итуруп, демонстрируют серьезные расхождения в данных, размещенных в различных общедоступных массивах. Так, например наличие протяженного мелководного плато, размещенного напротив северо-восточной части острова, принципиально искажает результаты моде-



лирования поведения волны цунами вблизи побережья, приводя к отражению от мелководья значительной части волновой энергии и к образованию системы захваченных мелководьем волн. Этот пример еще раз подтверждает необходимость постановки и решения задачи по созданию качественного массива батиметрической информации с разрешением не менее 15 секунд, так, как это было сделано специалистами из Германии при выполнении работ по созданию Индонезийской национальной системы предупреждения о цунами. Этот массив должен быть доступен всем исполнителям проектов ФЦП "Снижение рисков и смягчение последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в Российской Федерации".

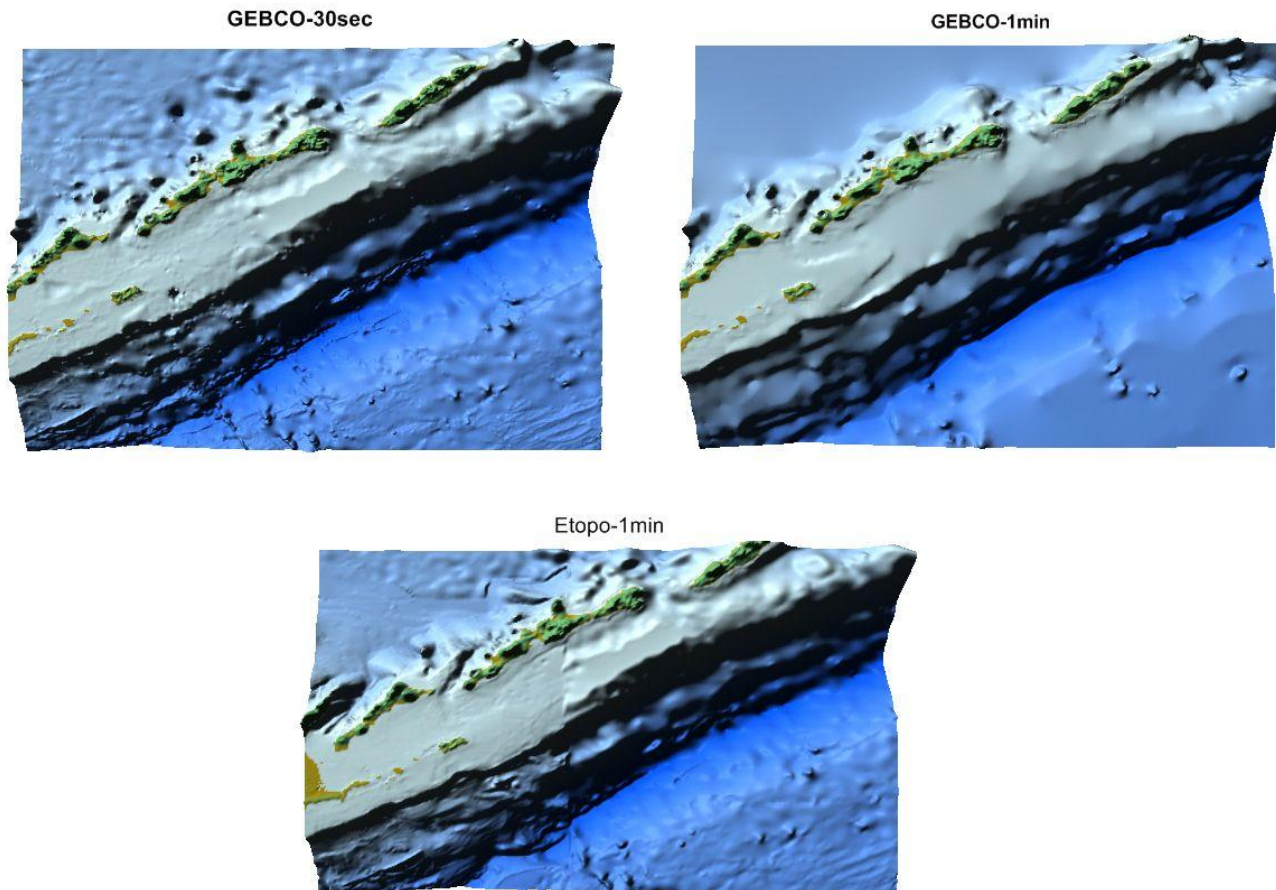


Рис. 11. Сравнение рельефов дна акватории, прилегающей к острову Итуруп по данным, содержащимся в различных массивах батиметрических данных.

#### **4. Модельные цунамигенные землетрясения и соответствующие начальные возмущения**

Как уже было отмечено выше, в качестве цунамигенных очагов при выполнении работ отчетного этапа использовался набор, созданный при выполнении контрактных работ 2007 года, модифицированный в части уточнения азимутов направленности. Этот набор включал 107 модельных сейсмических источников, из которых 72 источника магнитуды 7.8, 14 – 8.1, 16 – 8.4 и 5 – 9.0. В качестве защищаемых пунктов – набор, заданный заказчиком для выполнения работ по контракту в 2009 г. и включающий пункты на восточном побережье Камчатки, на Курильских островах. Списки источников цунамигенных землетрясений и их параметров для каждой из расчетных подобластей приведены в следующих таблицах (Таблица 9 – Таблица 14).

**Таблица 9. Параметры источников, включенных в подобласть I.**

| ID    | y     | x      | L   | W  | DE  | LA | TE | D0   | H_top |
|-------|-------|--------|-----|----|-----|----|----|------|-------|
| 78-1a | 46.75 | 153.35 | 108 | 38 | 15  | 90 | 50 | 3.42 | 5     |
| 78-1b | 46.93 | 152.85 | 108 | 38 | 15  | 90 | 50 | 2.74 | 15    |
| 78-1c | 47.1  | 152.35 | 108 | 38 | 15  | 90 | 50 | 2.74 | 25    |
| 78-1d | 47.3  | 152    | 108 | 38 | 15  | 90 | 50 | 2.74 | 35    |
| 78-2a | 47.55 | 154.38 | 108 | 38 | 15  | 90 | 45 | 3.42 | 5     |
| 78-2b | 47.7  | 153.95 | 108 | 38 | 15  | 90 | 45 | 2.74 | 15    |
| 78-2c | 47.9  | 153.55 | 108 | 38 | 15  | 90 | 45 | 2.74 | 25    |
| 78-2d | 48.1  | 153.1  | 108 | 38 | 15  | 90 | 45 | 2.74 | 35    |
| 78-3a | 48.35 | 155.45 | 108 | 38 | 15  | 90 | 45 | 3.42 | 5     |
| 78-3b | 48.55 | 155.05 | 108 | 38 | 15  | 90 | 45 | 2.74 | 15    |
| 78-3c | 48.73 | 154.63 | 108 | 38 | 15  | 90 | 45 | 2.74 | 25    |
| 78-3d | 48.9  | 154.2  | 108 | 38 | 15  | 90 | 45 | 2.74 | 35    |
| 78-4a | 49.15 | 156.58 | 108 | 38 | 15  | 90 | 45 | 3.42 | 5     |
| 78-4b | 49.35 | 156.18 | 108 | 38 | 15  | 90 | 45 | 2.74 | 15    |
| 78-4c | 49.55 | 155.75 | 108 | 38 | 15  | 90 | 45 | 2.74 | 25    |
| 78-4d | 49.7  | 155.3  | 108 | 38 | 15  | 90 | 45 | 2.74 | 35    |
| 81-1e | 47.13 | 155.45 | 150 | 52 | 135 | 90 | 45 | 5.1  | 5     |
| 81-1f | 47.38 | 154.8  | 150 | 52 | 45  | 90 | 45 | 5.1  | 5     |
| 81-2e | 48.25 | 157    | 150 | 52 | 135 | 90 | 45 | 5.1  | 5     |
| 81-2f | 48.5  | 156.43 | 150 | 52 | 45  | 90 | 45 | 5.1  | 5     |
| 81-3e | 49.4  | 158.6  | 150 | 52 | 135 | 90 | 45 | 5.1  | 5     |
| 81-3f | 49.65 | 158    | 150 | 52 | 45  | 90 | 45 | 5.1  | 5     |
| 84-1b | 47.33 | 153.45 | 215 | 75 | 15  | 90 | 45 | 6.1  | 5     |
| 84-1d | 47.68 | 152.55 | 215 | 75 | 15  | 90 | 45 | 5.5  | 25    |
| 84-2b | 48.95 | 155.58 | 215 | 75 | 15  | 90 | 45 | 6.1  | 5     |
| 84-2d | 49.3  | 154.75 | 215 | 75 | 15  | 90 | 45 | 5.5  | 25    |
| 84-3b | 50.5  | 157.75 | 215 | 75 | 15  | 90 | 45 | 6.1  | 5     |
| 84-3d | 50.85 | 156.95 | 215 | 75 | 15  | 90 | 45 | 5.5  | 25    |

Таблица 10. Параметры источников, включенных в подобласть II.

| ID     | y     | x      | L   | W  | DE  | LA | TE | D0   | H_top |
|--------|-------|--------|-----|----|-----|----|----|------|-------|
| 78-4a  | 49.15 | 156.58 | 108 | 38 | 15  | 90 | 45 | 3.42 | 5     |
| 78-4b  | 49.35 | 156.18 | 108 | 38 | 15  | 90 | 45 | 2.74 | 15    |
| 78-4c  | 49.55 | 155.75 | 108 | 38 | 15  | 90 | 45 | 2.74 | 25    |
| 78-4d  | 49.7  | 155.3  | 108 | 38 | 15  | 90 | 45 | 2.74 | 35    |
| 78-5a  | 49.93 | 157.7  | 108 | 38 | 15  | 90 | 45 | 3.42 | 5     |
| 78-5b  | 50.1  | 157.28 | 108 | 38 | 15  | 90 | 45 | 2.74 | 15    |
| 78-5c  | 50.3  | 156.85 | 108 | 38 | 15  | 90 | 45 | 2.74 | 25    |
| 78-5d  | 50.45 | 156.4  | 108 | 38 | 15  | 90 | 45 | 2.74 | 35    |
| 78-6a  | 50.75 | 158.7  | 108 | 38 | 15  | 90 | 45 | 3.42 | 5     |
| 78-6b  | 50.9  | 158.25 | 108 | 38 | 15  | 90 | 45 | 2.74 | 15    |
| 78-6c  | 51.1  | 157.9  | 108 | 38 | 15  | 90 | 45 | 2.74 | 25    |
| 78-6d  | 51.3  | 157.55 | 108 | 38 | 15  | 90 | 45 | 2.74 | 35    |
| 78-7a  | 51.55 | 159.7  | 108 | 38 | 15  | 90 | 45 | 3.42 | 5     |
| 78-7b  | 51.7  | 159.25 | 108 | 38 | 15  | 90 | 45 | 2.74 | 15    |
| 78-7c  | 51.9  | 158.9  | 108 | 38 | 15  | 90 | 45 | 2.74 | 25    |
| 78-7d  | 52.1  | 158.5  | 108 | 38 | 15  | 90 | 45 | 2.74 | 35    |
| 78-8a  | 52.4  | 160.85 | 108 | 38 | 15  | 90 | 45 | 3.42 | 5     |
| 78-8b  | 52.55 | 160.4  | 108 | 38 | 15  | 90 | 45 | 2.74 | 15    |
| 78-8c  | 52.75 | 160    | 108 | 38 | 15  | 90 | 45 | 2.74 | 25    |
| 78-8d  | 52.95 | 159.55 | 108 | 38 | 15  | 90 | 45 | 2.74 | 35    |
| 78-9a  | 53.25 | 161.7  | 108 | 38 | 15  | 90 | 40 | 3.42 | 5     |
| 78-9b  | 53.4  | 161.25 | 108 | 38 | 15  | 90 | 40 | 2.74 | 15    |
| 78-9c  | 53.55 | 160.8  | 108 | 38 | 15  | 90 | 40 | 2.74 | 25    |
| 78-9d  | 53.75 | 160.4  | 108 | 38 | 15  | 90 | 40 | 2.74 | 35    |
| 78-10a | 54.05 | 162.45 | 108 | 38 | 15  | 90 | 40 | 3.42 | 5     |
| 78-10b | 54.25 | 162    | 108 | 38 | 15  | 90 | 40 | 2.74 | 15    |
| 78-10c | 54.4  | 161.55 | 108 | 38 | 15  | 90 | 40 | 2.74 | 25    |
| 78-10d | 54.6  | 161.2  | 108 | 38 | 15  | 90 | 40 | 2.74 | 35    |
| 81-3e  | 49.4  | 158.6  | 150 | 52 | 135 | 90 | 45 | 5.1  | 5     |
| 81-3f  | 49.65 | 158    | 150 | 52 | 45  | 90 | 45 | 5.1  | 5     |
| 81-4e  | 50.6  | 160.25 | 150 | 52 | 135 | 90 | 45 | 5.1  | 5     |
| 81-4f  | 50.85 | 159.6  | 150 | 52 | 45  | 90 | 45 | 5.1  | 5     |
| 81-5e  | 51.75 | 161.65 | 150 | 52 | 135 | 90 | 40 | 5.1  | 5     |
| 81-5f  | 52.05 | 161.03 | 150 | 52 | 45  | 90 | 40 | 5.1  | 5     |
| 81-6e  | 53.05 | 162.95 | 150 | 52 | 135 | 90 | 40 | 5.1  | 5     |
| 81-6f  | 53.25 | 162.25 | 150 | 52 | 45  | 90 | 40 | 5.1  | 5     |
| 81-7e  | 54.3  | 164.18 | 150 | 52 | 135 | 90 | 35 | 5.1  | 5     |
| 81-7f  | 54.5  | 163.45 | 150 | 52 | 45  | 90 | 35 | 5.1  | 5     |
| 84-2b  | 48.95 | 155.58 | 215 | 75 | 15  | 90 | 45 | 6.1  | 5     |
| 84-2d  | 49.3  | 154.75 | 215 | 75 | 15  | 90 | 45 | 5.5  | 25    |
| 84-3b  | 50.5  | 157.75 | 215 | 75 | 15  | 90 | 45 | 6.1  | 5     |
| 84-3d  | 50.85 | 156.95 | 215 | 75 | 15  | 90 | 45 | 5.5  | 25    |
| 84-4b  | 52.13 | 159.83 | 215 | 75 | 15  | 90 | 45 | 6.1  | 5     |
| 84-4d  | 52.5  | 158.98 | 215 | 75 | 15  | 90 | 45 | 5.5  | 25    |
| 84-5b  | 53.78 | 161.63 | 215 | 75 | 15  | 90 | 40 | 6.1  | 5     |
| 84-5d  | 54.1  | 160.65 | 215 | 75 | 15  | 90 | 40 | 5.5  | 25    |
| 84-6b  | 55.45 | 163.3  | 215 | 75 | 15  | 90 | 35 | 6.1  | 5     |
| 84-6d  | 55.7  | 162.3  | 215 | 75 | 15  | 90 | 35 | 5.5  | 25    |

Таблица 11. Параметры источников, включенных в подобласть III.

| ID     | y     | x      | L   | W  | DE  | LA  | TE  | D0   | H_top |
|--------|-------|--------|-----|----|-----|-----|-----|------|-------|
| 78-10a | 54.05 | 162.45 | 108 | 38 | 15  | 90  | 40  | 3.42 | 5     |
| 78-10b | 54.25 | 162    | 108 | 38 | 15  | 90  | 40  | 2.74 | 15    |
| 78-10c | 54.4  | 161.55 | 108 | 38 | 15  | 90  | 40  | 2.74 | 25    |
| 78-10d | 54.6  | 161.2  | 108 | 38 | 15  | 90  | 40  | 2.74 | 35    |
| 78-11a | 54.88 | 163.3  | 108 | 38 | 15  | 90  | 35  | 3.42 | 5     |
| 78-11b | 55    | 162.85 | 108 | 38 | 15  | 90  | 35  | 2.74 | 15    |
| 78-11c | 55.25 | 162.35 | 108 | 38 | 15  | 90  | 35  | 2.74 | 25    |
| 78-11d | 55.4  | 162    | 108 | 38 | 15  | 90  | 35  | 2.74 | 35    |
| 78-12a | 55.75 | 164.15 | 108 | 38 | 15  | 90  | 35  | 3.42 | 5     |
| 78-12b | 55.9  | 163.7  | 108 | 38 | 15  | 90  | 35  | 2.74 | 15    |
| 78-12c | 56.05 | 163.2  | 108 | 38 | 15  | 90  | 35  | 2.74 | 25    |
| 78-12d | 56.2  | 162.75 | 108 | 38 | 15  | 90  | 35  | 2.74 | 35    |
| 78-13d | 55.3  | 164.75 | 108 | 38 | 10  | 170 | 125 | 3.42 | 5     |
| 78-14d | 54.75 | 166.23 | 108 | 38 | 10  | 170 | 125 | 3.42 | 5     |
| 78-15d | 54.1  | 167.63 | 108 | 38 | 10  | 170 | 125 | 3.42 | 5     |
| 78-16d | 53.5  | 169.05 | 108 | 38 | 10  | 170 | 125 | 3.42 | 5     |
| 78-21c | 57.25 | 163.75 | 108 | 38 | 35  | 90  | -5  | 3.42 | 5     |
| 78-21d | 57.25 | 163.23 | 108 | 38 | 125 | 90  | -5  | 3.42 | 5     |
| 78-22c | 58.13 | 163.65 | 108 | 38 | 35  | 90  | -10 | 3.42 | 5     |
| 78-22d | 58.15 | 163.18 | 108 | 38 | 125 | 90  | -10 | 3.42 | 5     |
| 78-23c | 59.05 | 163.9  | 108 | 38 | 35  | 90  | 30  | 3.42 | 5     |
| 78-23d | 59.25 | 163.5  | 108 | 38 | 125 | 90  | 30  | 3.42 | 5     |
| 78-24c | 59.55 | 164.45 | 108 | 38 | 35  | 90  | 30  | 3.42 | 5     |
| 78-24d | 59.8  | 164.05 | 108 | 38 | 125 | 90  | 30  | 3.42 | 5     |
| 78-25c | 57.95 | 164.1  | 108 | 38 | 35  | 90  | 30  | 3.42 | 5     |
| 78-25d | 58.2  | 163.75 | 108 | 38 | 125 | 90  | 30  | 3.42 | 5     |
| 78-26c | 58.7  | 165.15 | 108 | 38 | 35  | 90  | 40  | 3.42 | 5     |
| 78-26d | 58.95 | 164.8  | 108 | 38 | 125 | 90  | 40  | 3.42 | 5     |
| 78-27c | 59.33 | 166.4  | 108 | 38 | 35  | 90  | 50  | 3.42 | 5     |
| 78-27d | 59.55 | 166.1  | 108 | 38 | 125 | 90  | 50  | 3.42 | 5     |
| 78-28c | 59.75 | 167.75 | 108 | 38 | 35  | 90  | 60  | 3.42 | 5     |
| 78-28d | 60.08 | 167.65 | 108 | 38 | 125 | 90  | 60  | 3.42 | 5     |
| 81-5e  | 51.75 | 161.65 | 150 | 52 | 135 | 90  | 40  | 5.1  | 5     |
| 81-5f  | 52.05 | 161.03 | 150 | 52 | 45  | 90  | 40  | 5.1  | 5     |
| 81-6e  | 53.05 | 162.95 | 150 | 52 | 135 | 90  | 40  | 5.1  | 5     |
| 81-6f  | 53.25 | 162.25 | 150 | 52 | 45  | 90  | 40  | 5.1  | 5     |
| 81-7e  | 54.3  | 164.18 | 150 | 52 | 135 | 90  | 35  | 5.1  | 5     |
| 81-7f  | 54.5  | 163.45 | 150 | 52 | 45  | 90  | 35  | 5.1  | 5     |
| 84-4b  | 52.13 | 159.83 | 215 | 75 | 15  | 90  | 45  | 6.1  | 5     |
| 84-4d  | 52.5  | 158.98 | 215 | 75 | 15  | 90  | 45  | 5.5  | 25    |
| 84-5b  | 53.78 | 161.63 | 215 | 75 | 15  | 90  | 40  | 6.1  | 5     |
| 84-5d  | 54.1  | 160.65 | 215 | 75 | 15  | 90  | 40  | 5.5  | 25    |
| 84-6b  | 55.45 | 163.3  | 215 | 75 | 15  | 90  | 35  | 6.1  | 5     |
| 84-6d  | 55.7  | 162.3  | 215 | 75 | 15  | 90  | 35  | 5.5  | 25    |
| 84-7d  | 55.55 | 166.5  | 215 | 75 | 10  | 170 | 125 | 6.1  | 5     |
| 84-8d  | 54.4  | 169.5  | 215 | 75 | 10  | 170 | 125 | 6.1  | 5     |

Таблица 12. Параметры источников, включенных в подобласть IV.

| ID    | y     | x      | L   | W   | DE | LA | TE | D0   | H_top |
|-------|-------|--------|-----|-----|----|----|----|------|-------|
| 90-1d | 48.5  | 153.65 | 430 | 150 | 15 | 90 | 45 | 11.6 | 5     |
| 90-2d | 51.65 | 157.9  | 430 | 150 | 15 | 90 | 40 | 11.6 | 5     |
| 90-3d | 54.9  | 161.5  | 430 | 150 | 15 | 90 | 35 | 11.6 | 5     |

Таблица 13. Параметры источников, включенных в подобласть V.

| ID    | y     | x      | L   | W   | DE | LA | TE | D0   | H_top |
|-------|-------|--------|-----|-----|----|----|----|------|-------|
| 90-1d | 48.5  | 153.65 | 430 | 150 | 15 | 90 | 45 | 11.6 | 5     |
| 90-2d | 51.65 | 157.9  | 430 | 150 | 15 | 90 | 40 | 11.6 | 5     |
| 90-3d | 54.9  | 161.5  | 430 | 150 | 15 | 90 | 35 | 11.6 | 5     |

Таблица 14. Параметры источников, включенных в подобласть VI.

| ID     | y     | x      | L   | W   | DE | LA  | TE  | D0   | H_top |
|--------|-------|--------|-----|-----|----|-----|-----|------|-------|
| 78-17d | 52.95 | 170.5  | 108 | 38  | 10 | 170 | 115 | 3.42 | 5     |
| 78-18d | 52.5  | 171.95 | 108 | 38  | 10 | 170 | 115 | 3.42 | 5     |
| 78-19d | 52.05 | 173.55 | 108 | 38  | 10 | 170 | 105 | 3.42 | 5     |
| 78-20d | 51.6  | 175.6  | 108 | 38  | 10 | 170 | 105 | 3.42 | 5     |
| 84-9d  | 53.43 | 172.25 | 215 | 75  | 10 | 170 | 115 | 6.1  | 5     |
| 84-10d | 52.45 | 175.4  | 215 | 75  | 10 | 170 | 105 | 6.1  | 5     |
| 90-4d  | 55    | 167.95 | 430 | 150 | 10 | 170 | 125 | 11.6 | 5     |
| 90-5d  | 52.9  | 173.83 | 430 | 150 | 10 | 170 | 110 | 11.6 | 5     |

Схематическое изображение размещения очагов цунамигенных землетрясений различной магнитуды вместе с их условными обозначениями (ID) приведено на следующих рисунках (Рис. 12 – Рис. 15).

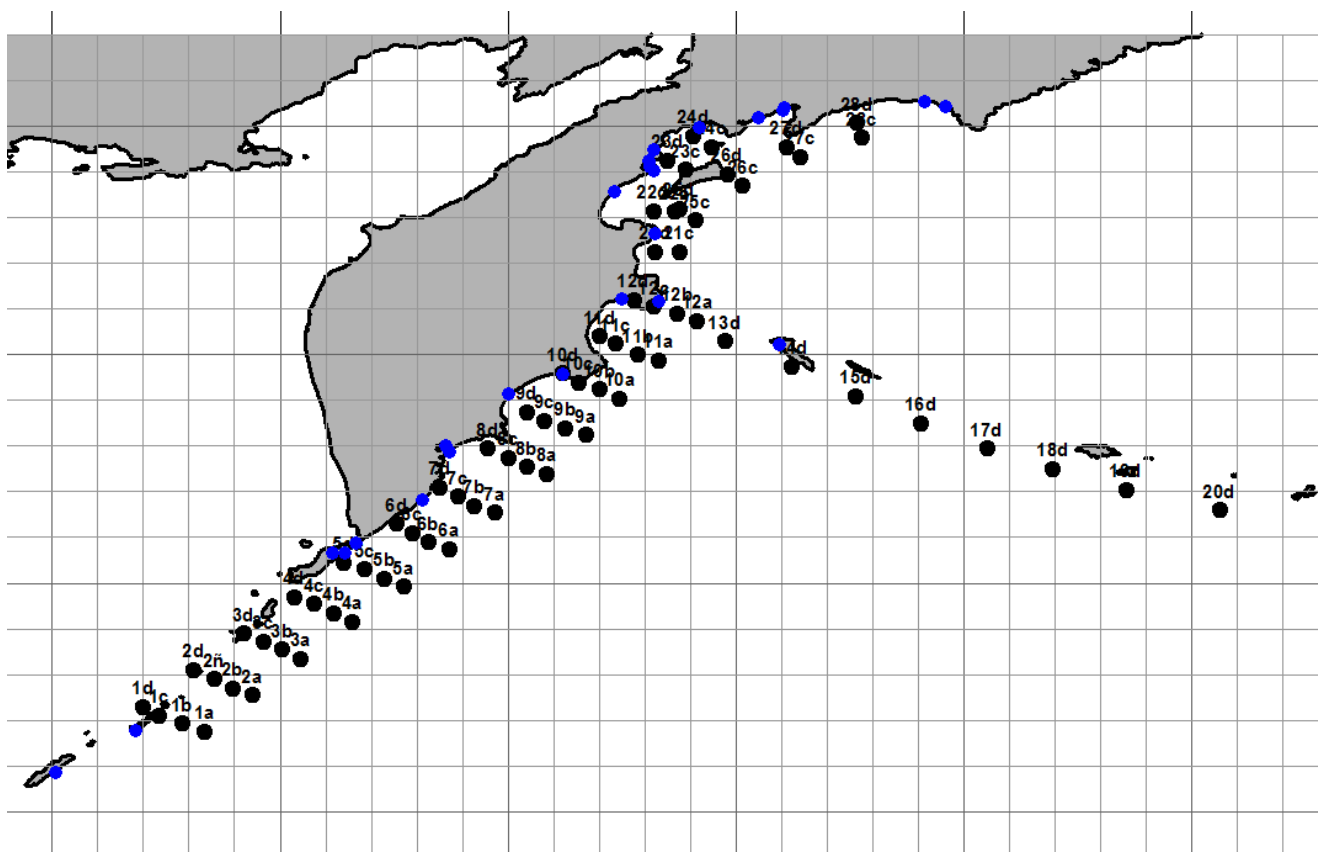


Рис. 12. Схематическое изображение размещения очагов цунамигенных землетрясений магнитуды 7.8

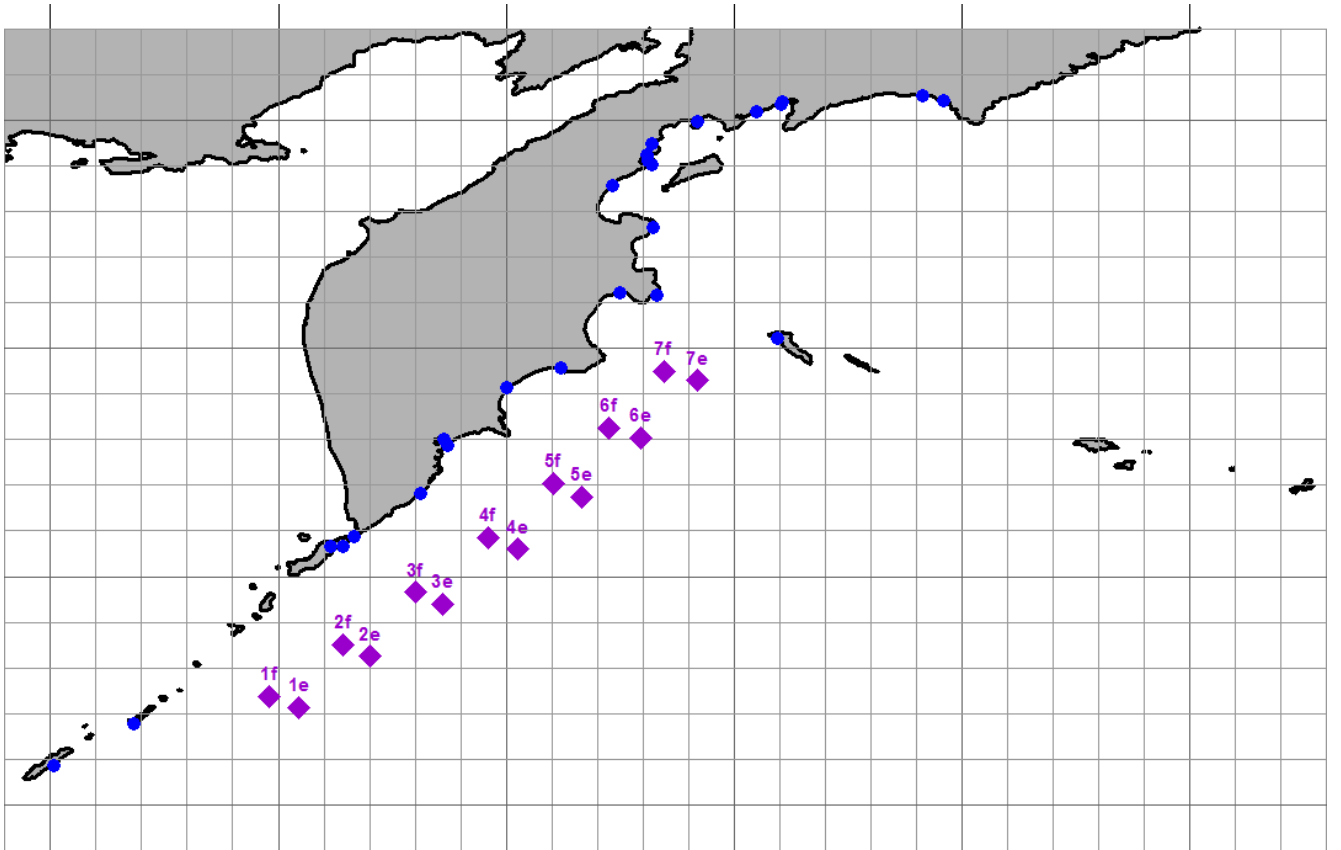


Рис. 13. Схематическое изображение размещения очагов цунамигенных землетрясений магнитуды 8.1

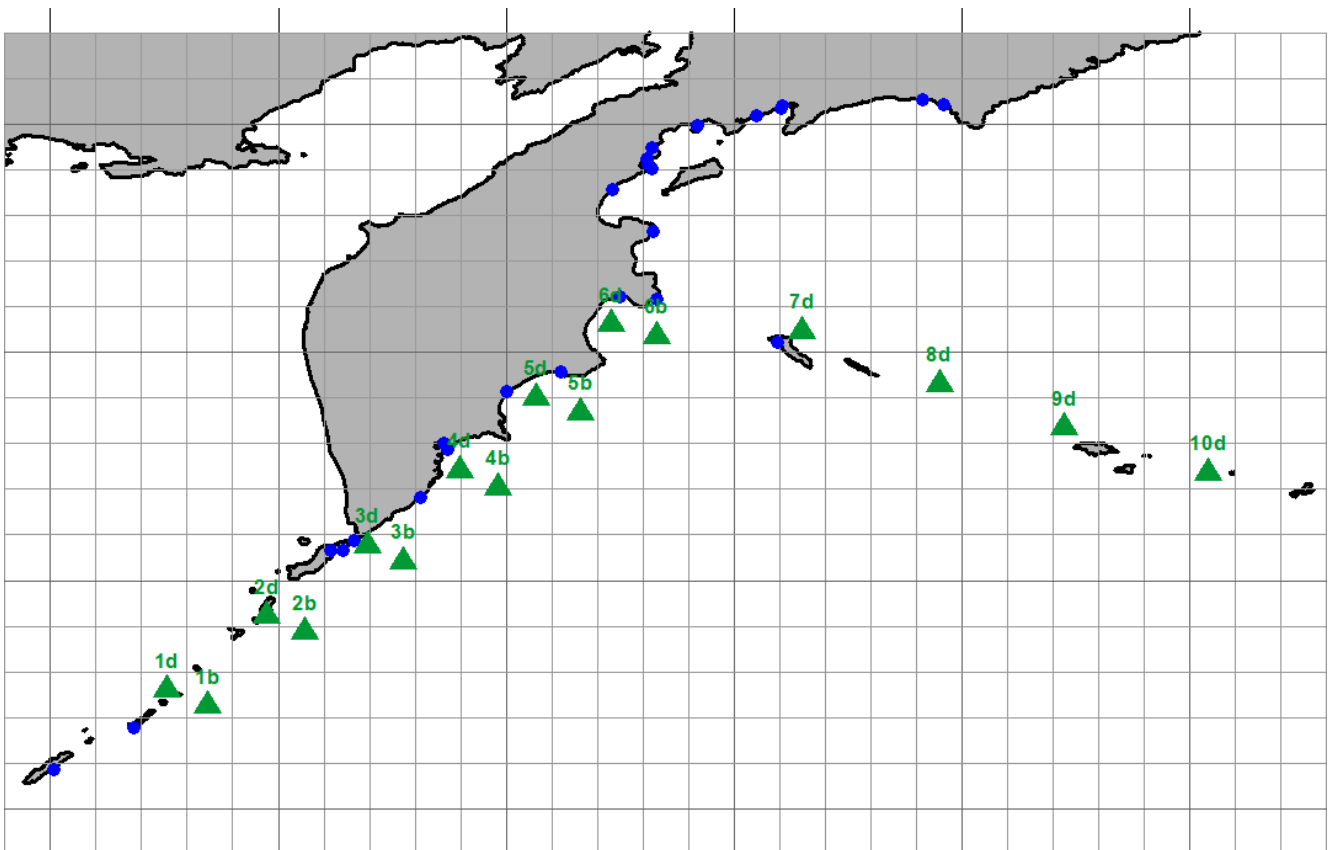


Рис. 14. Схематическое изображение размещения очагов цунамигенных землетрясений магнитуды 8.4

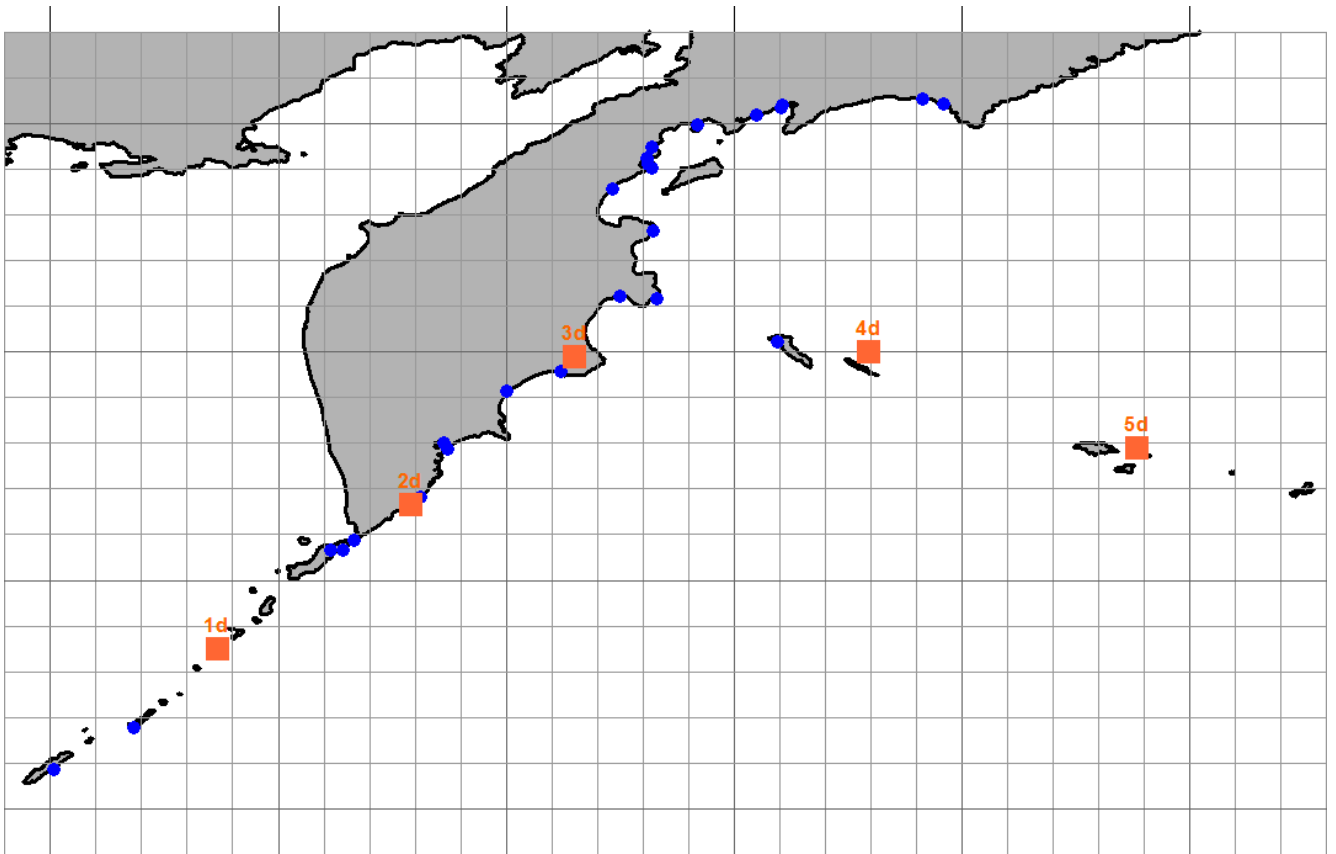


Рис. 15. Схематическое изображение размещения очагов цунамигенных землетрясений магнитуды 9.0

Следующая серия рисунков (Рис. 16 – Рис. 21) иллюстрирует расположение защищаемых пунктов и очагов цунамигенных землетрясений в малых расчетных подобластях.

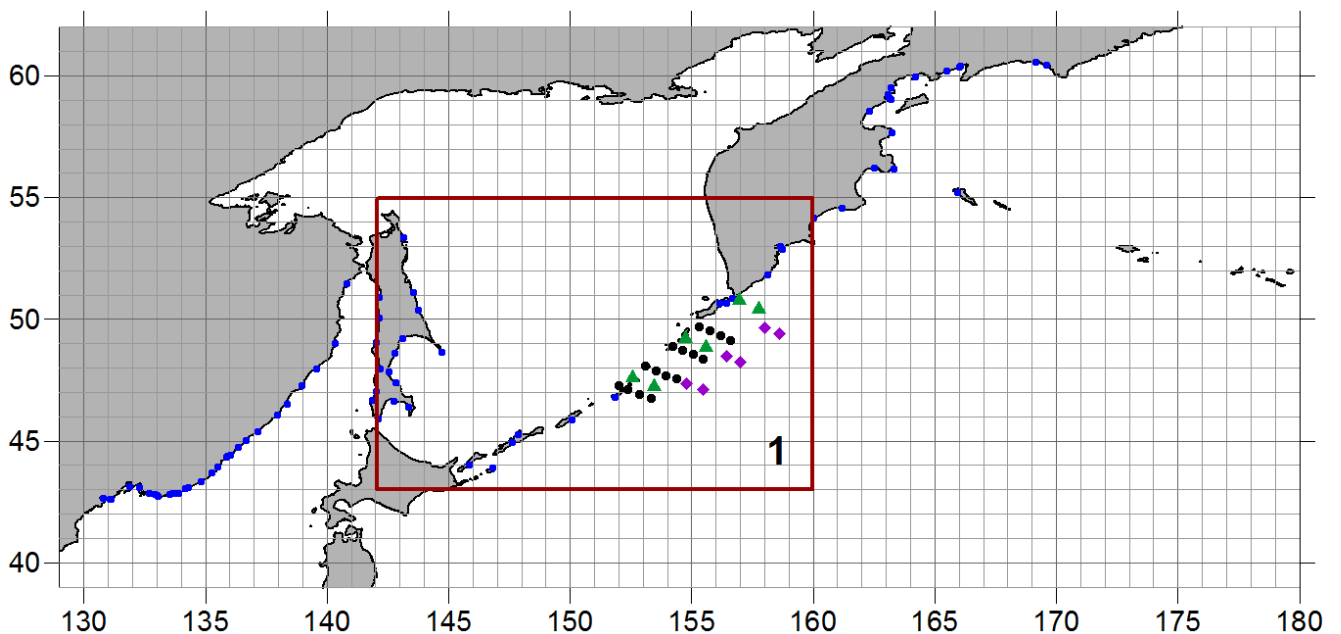


Рис. 16. . Схематическое изображение размещения очагов цунамигенных землетрясений в первой расчетной подобласти магнитуды 7.8 (черный цвет), 8.1 (сиреневый цвет), 8.4 (зеленый цвет), синим цветом отмечено размещение защищаемых пунктов.

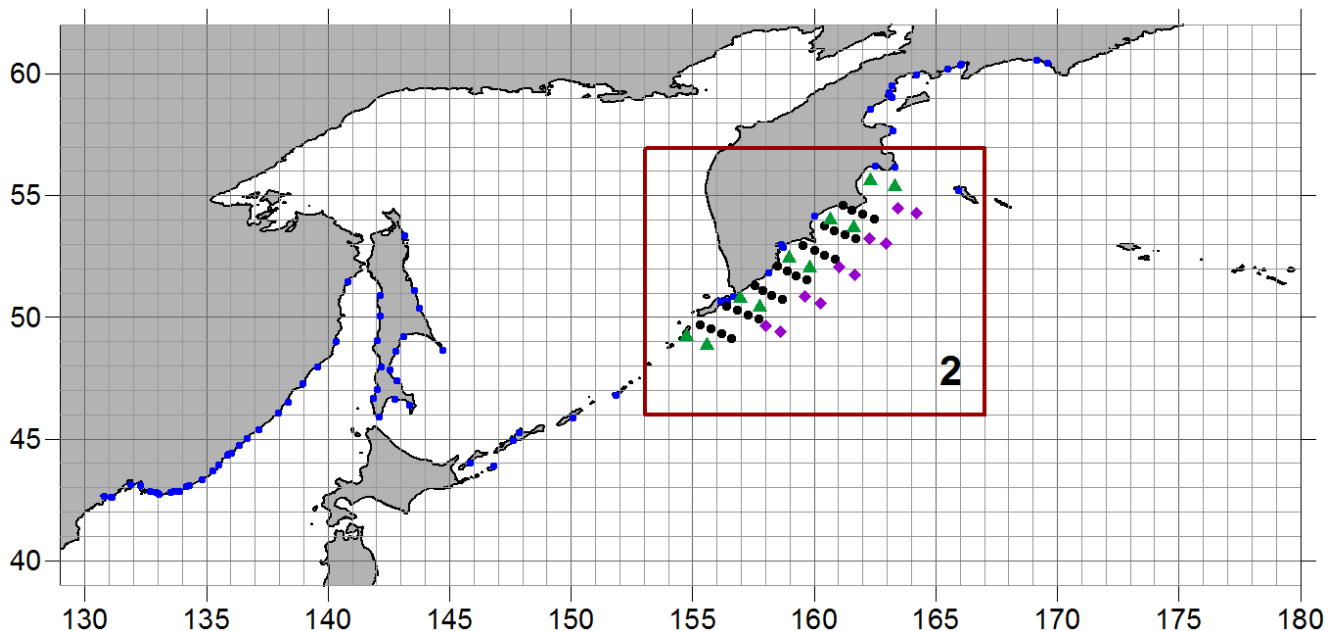


Рис. 17. Схематическое изображение размещения очагов цунамигенных землетрясений во второй расчетной подобласти магнитуды 7.8 (черный цвет), 8.1 (сиреневый цвет), 8.4 (зеленый цвет), синим цветом отмечено размещение защищаемых пунктов.

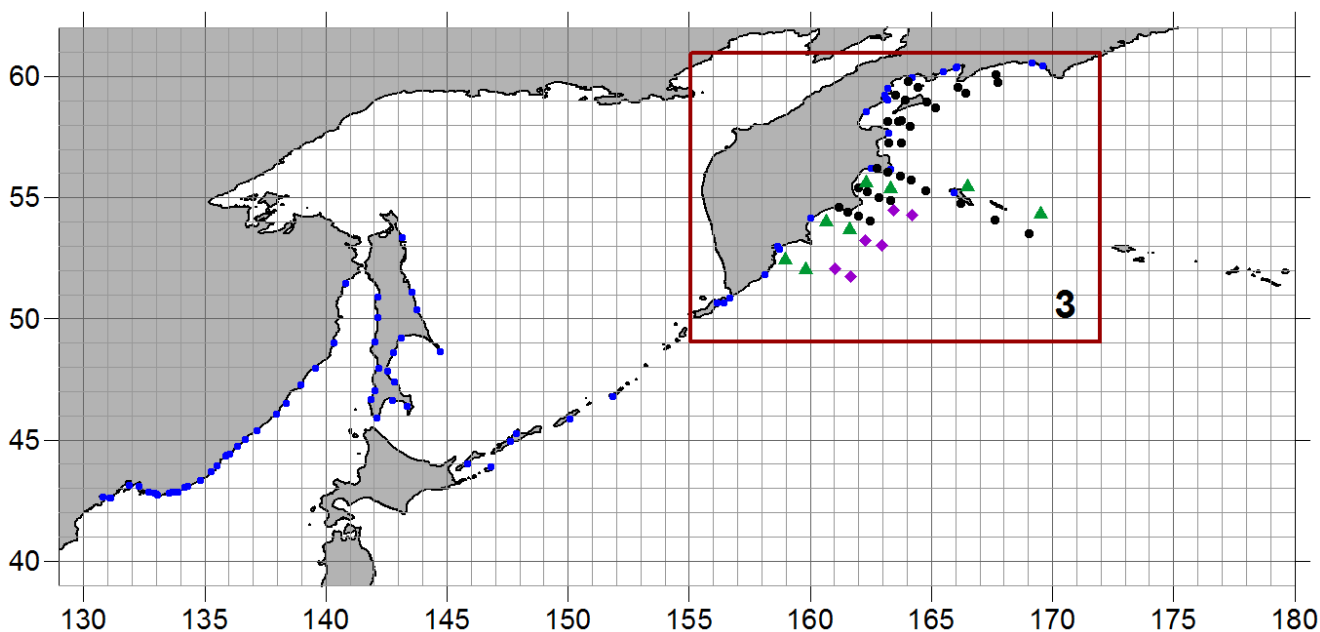


Рис. 18. Схематическое изображение размещения очагов цунамигенных землетрясений в третьей расчетной подобласти магнитуды 7.8 (черный цвет), 8.1 (сиреневый цвет), 8.4 (зеленый цвет), синим цветом отмечено размещение защищаемых пунктов.



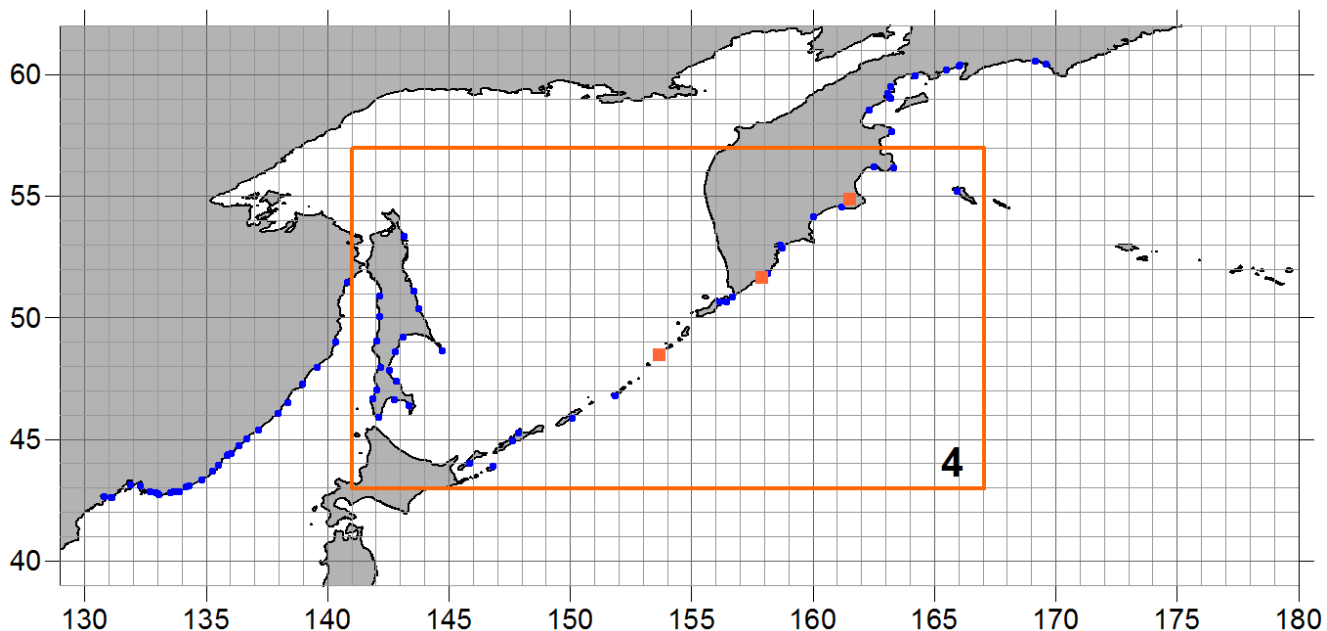


Рис. 19. Схематическое изображение размещения очагов цунамигенных землетрясений в четвертой расчетной подобласти магнитуды 9.0 (оранжевый цвет), синим цветом отмечено размещение защищаемых пунктов.

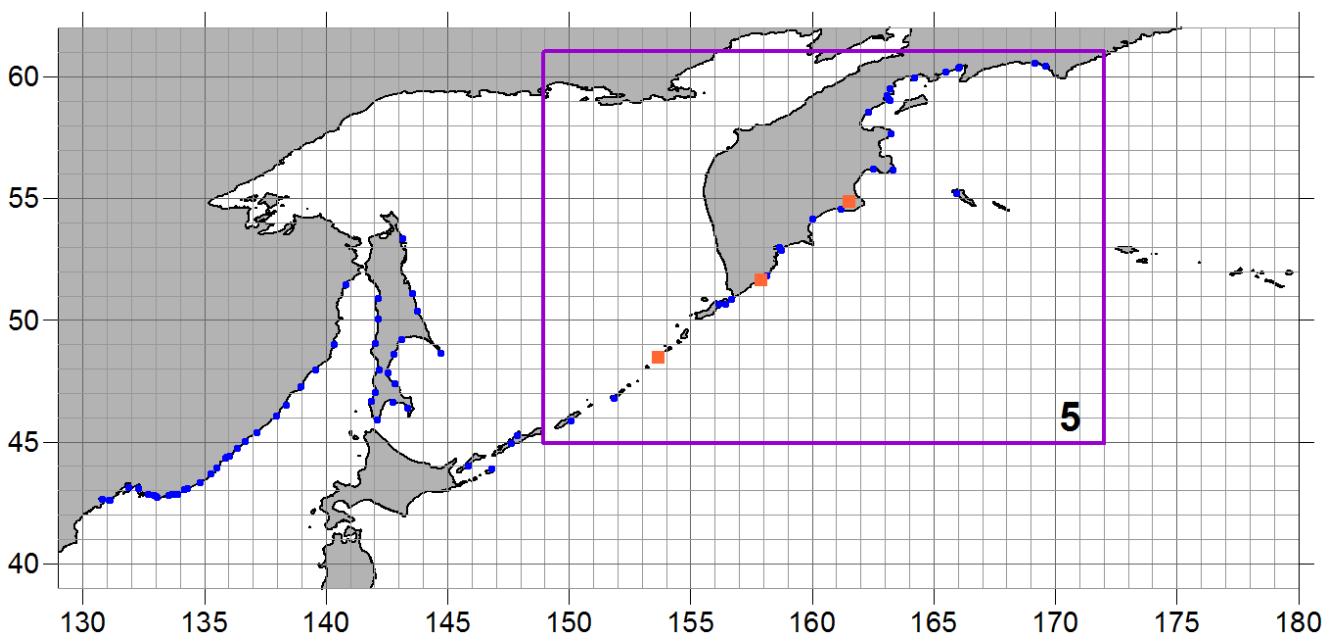


Рис. 20. Схематическое изображение размещения очагов цунамигенных землетрясений в пятой расчетной подобласти магнитуды 9.0 (оранжевый цвет), синим цветом отмечено размещение защищаемых пунктов.

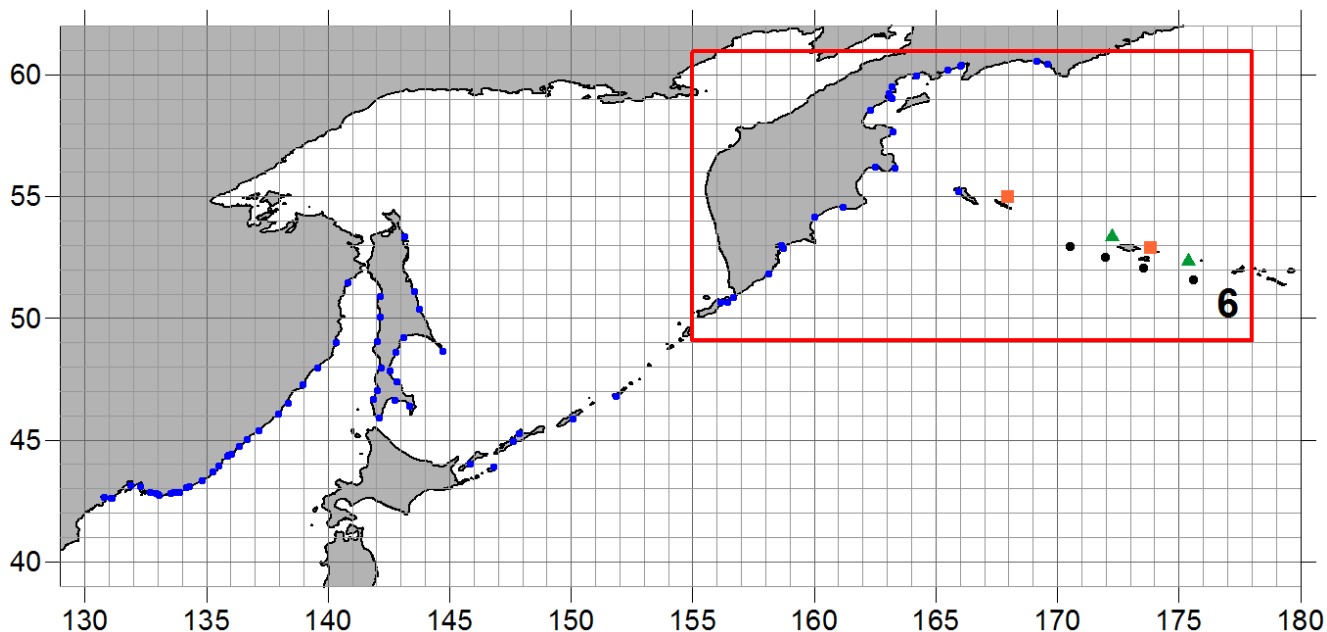


Рис. 21. Схематическое изображение размещения очагов цунамигенных землетрясений во второй расчетной подобласти магнитуды 8.4 (зеленый цвет), 9.0 (оранжевый цвет), синим цветом отмечено размещение защищаемых пунктов.

## **5. Результаты расчетов: картины распространения энергии волн цунами.**

Предусмотренные планом работ вычислительные эксперименты выполнялись на высокопроизводительном вычислительном кластере Новосибирского государственного университета и потребовали около 5 суток машинного времени в многопроцессорном режиме. Соответствующее время, потребовавшееся для расчета на одном процессоре, составило бы более 150 суток.

На следующей серии рисунков (Рис. 22 – Рис. 58) изображены характерные картины распространения энергии волн цунами от модельных цунамигенных землетрясений, расположенных в малых подобластях, расчеты в которых производились с использованием детальных батиметрических данных, определенных на 15 секундной равномерной сетке.

Картины распространения энергии волн цунами от модельных цунамигенных землетрясений, расположенных в 1-й расчетной подобласти.

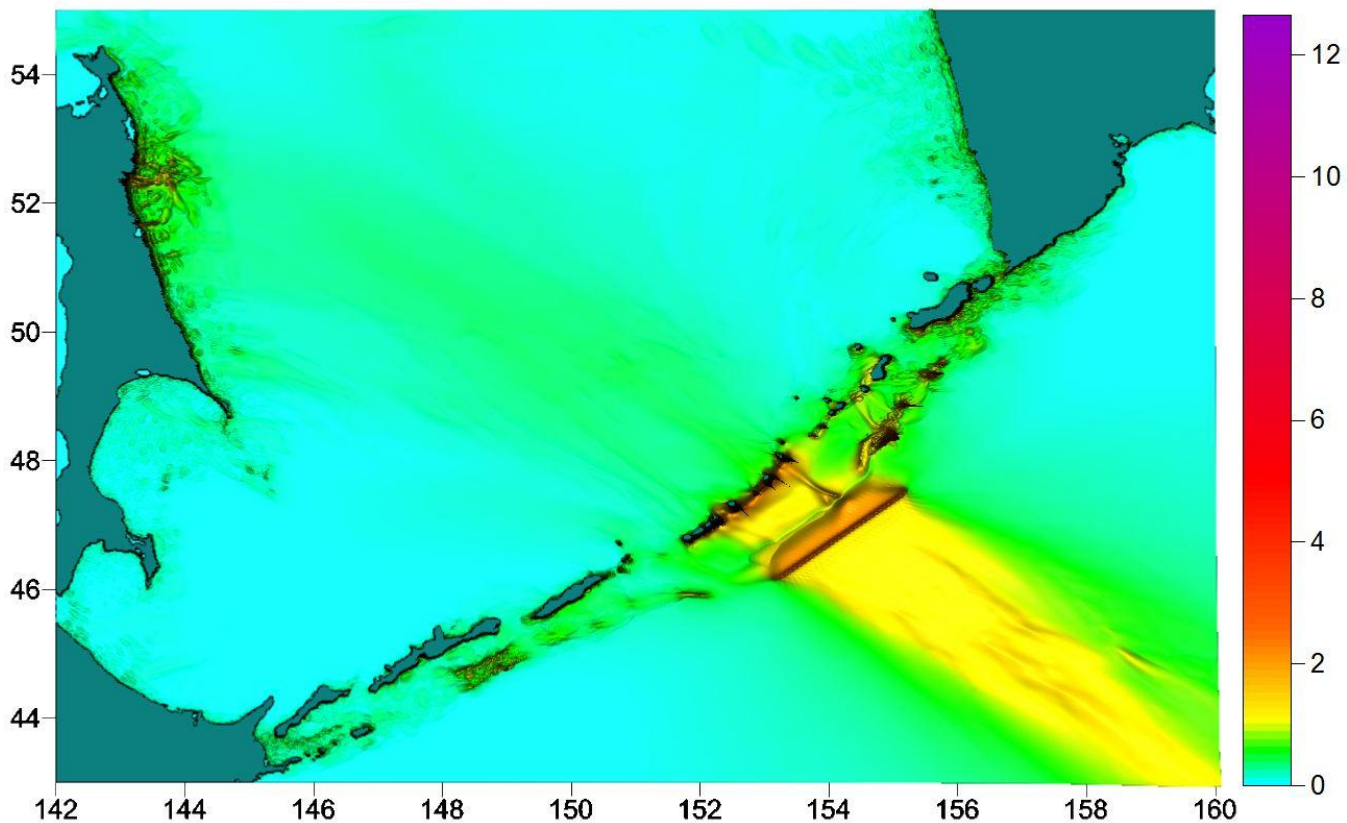


Рис. 22. Распространения энергии волны цунами от модельного цунамигенного землетрясения 84-1b с магнитудой 8.4, расположенного в 1-й расчетной подобласти.

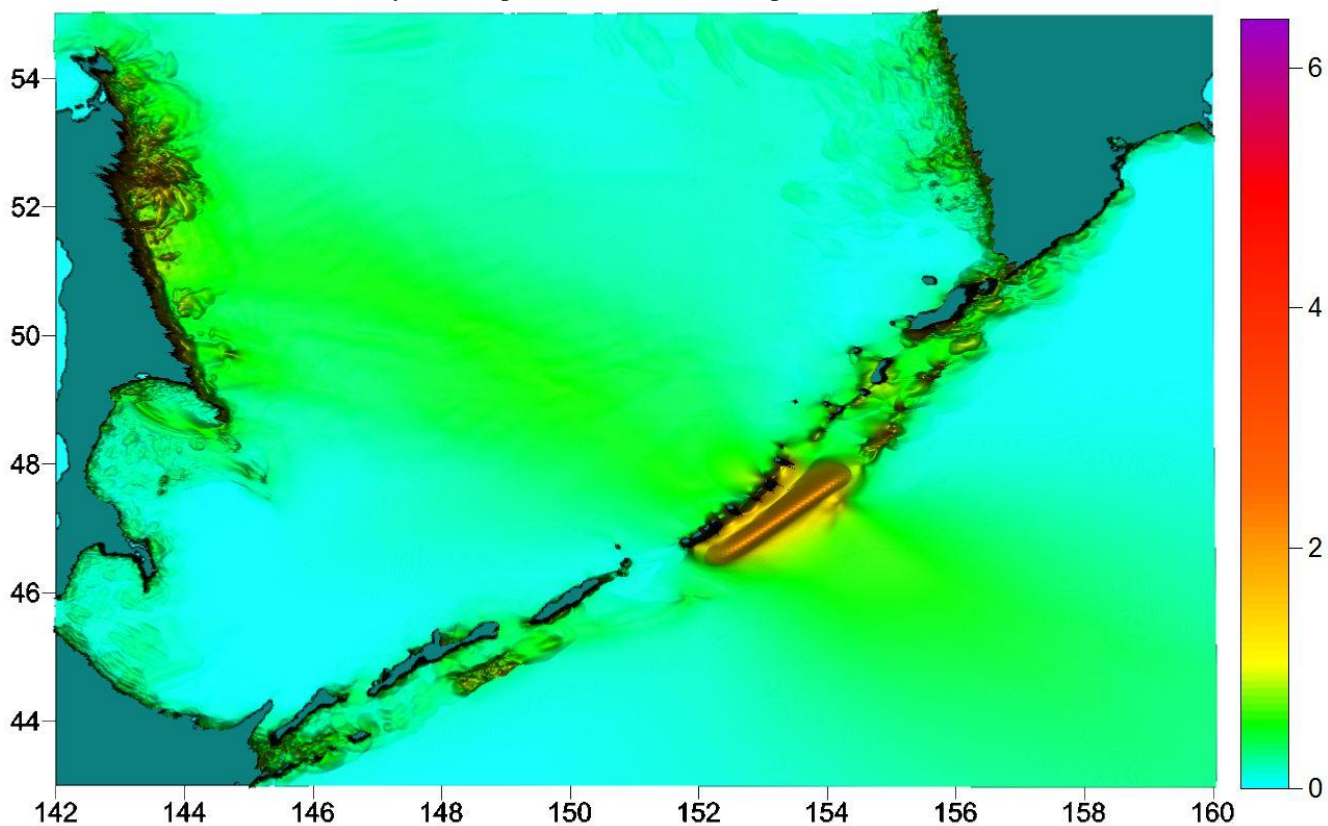


Рис. 23. Распространения энергии волны цунами от модельного цунамигенного землетрясения 84-1d с магнитудой 8.4, расположенного в 1-й расчетной подобласти.

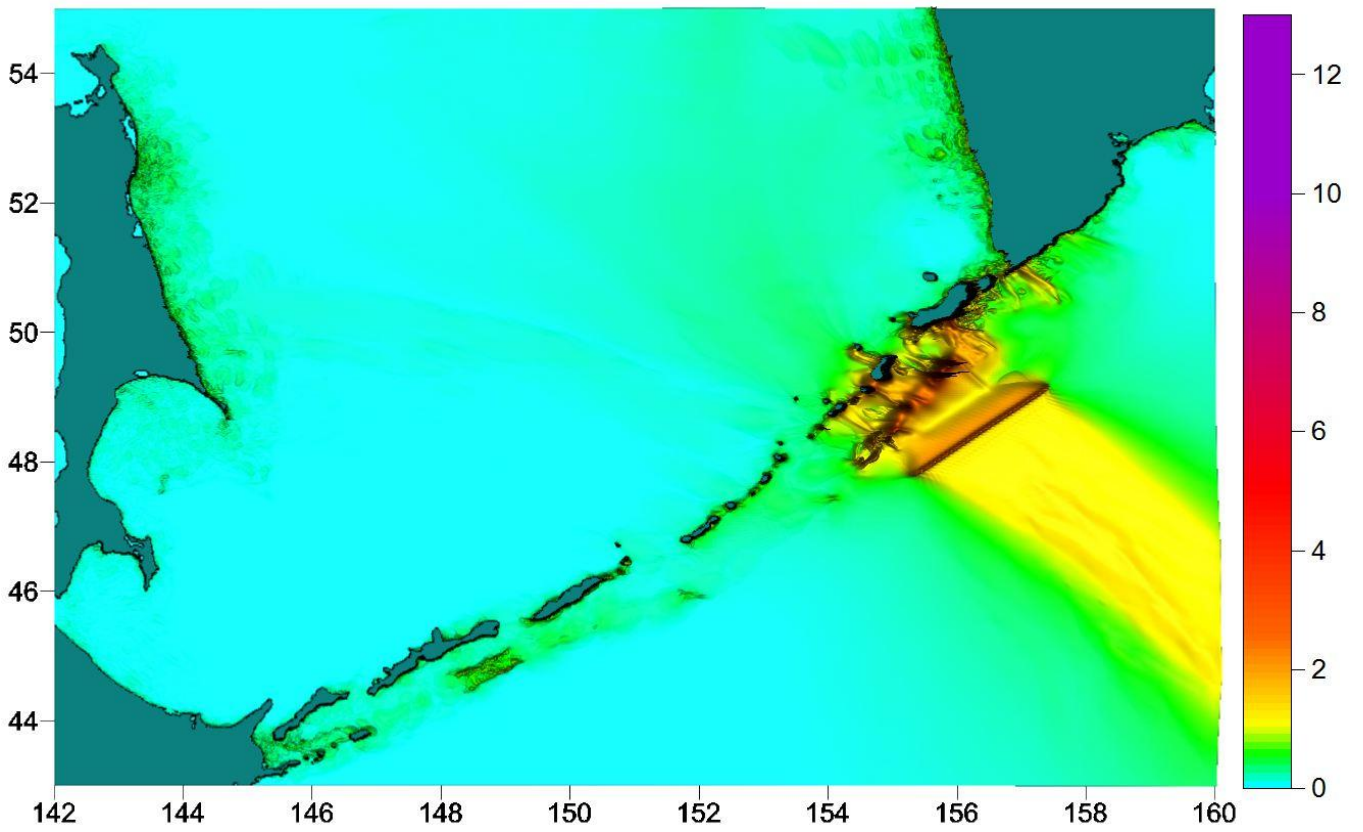


Рис. 24. Распространения энергии волны цунами от модельного цунамигенного землетрясения 84-2b с магнитудой 8.4, расположенного в 1-й расчетной подобласти.

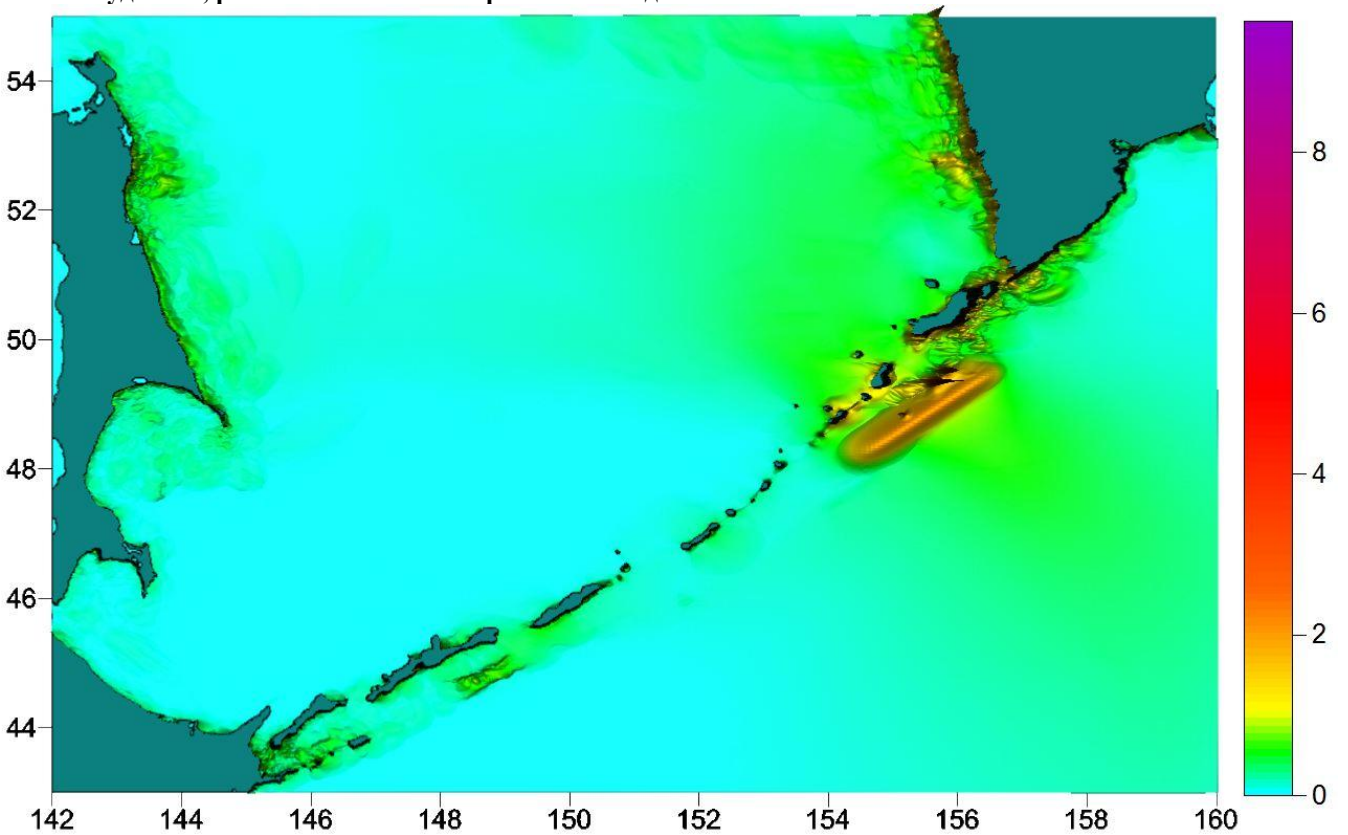


Рис. 25. Распространения энергии волны цунами от модельного цунамигенного землетрясения 84-2d с магнитудой 8.4, расположенного в 1-й расчетной подобласти.

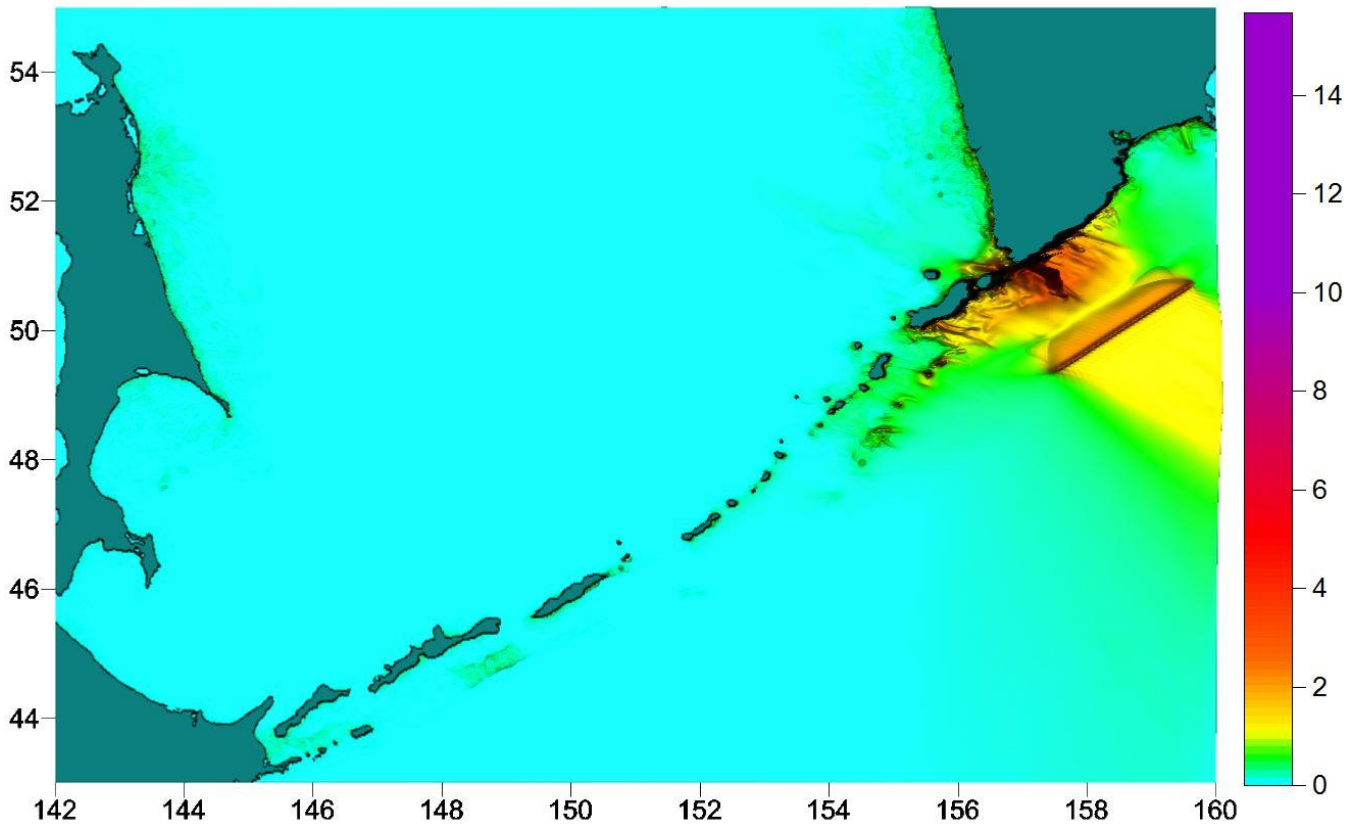


Рис. 26. Распространения энергии волны цунами от модельного цунамигенного землетрясения 84-3b с магнитудой 8.4, расположенного в 1-й расчетной подобласти.

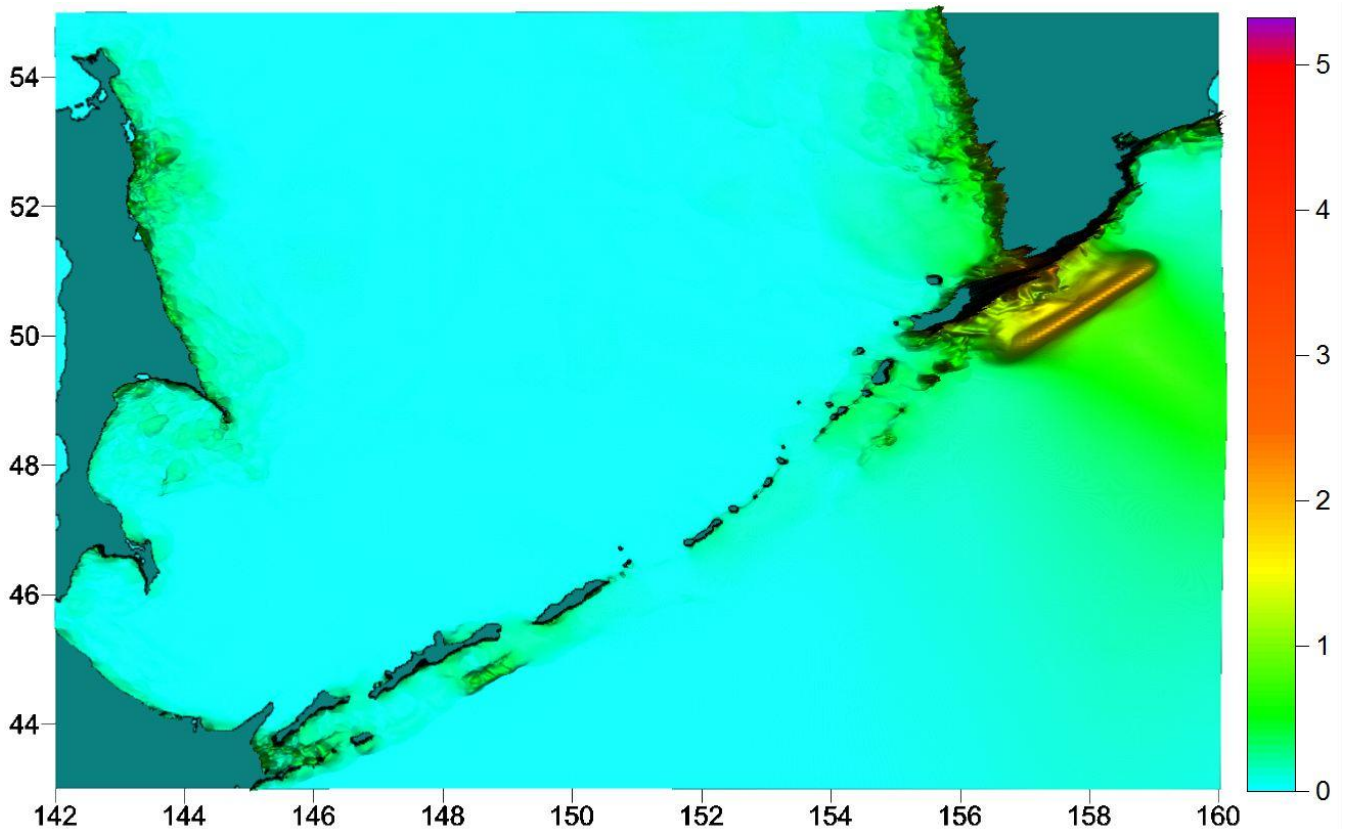
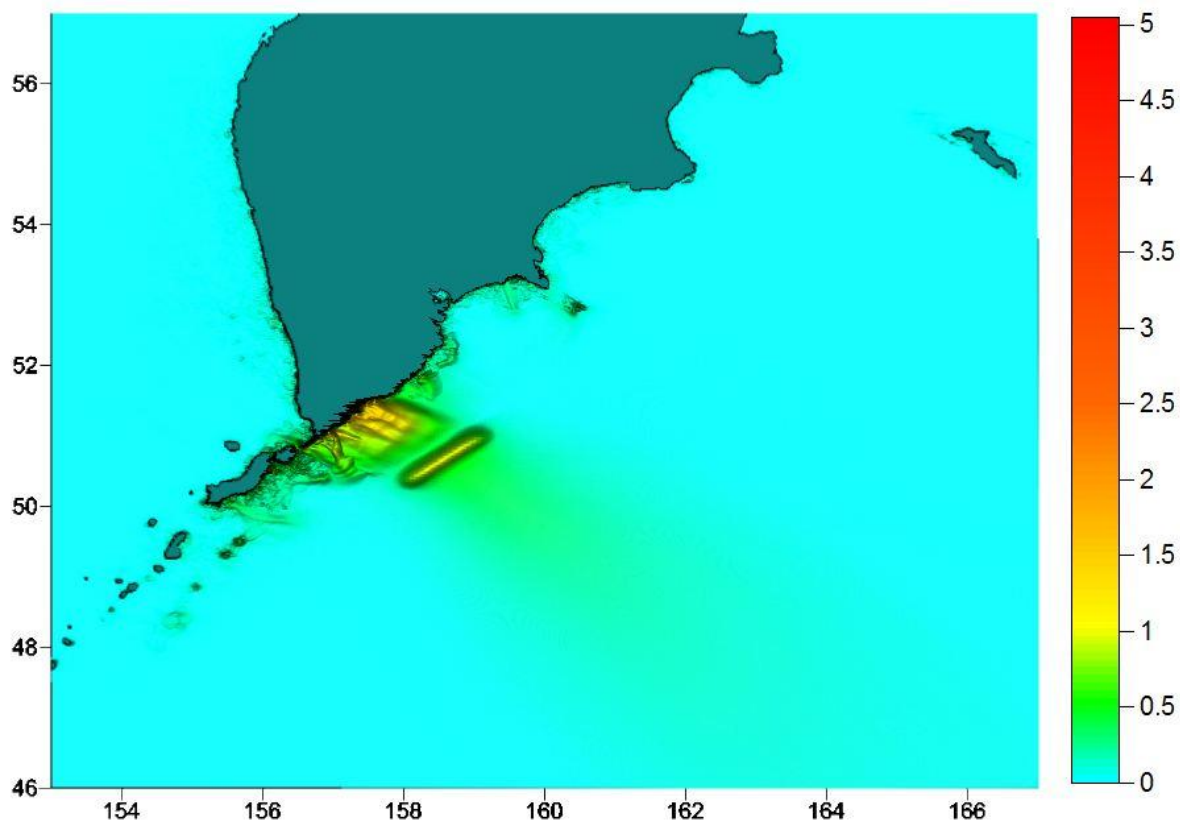


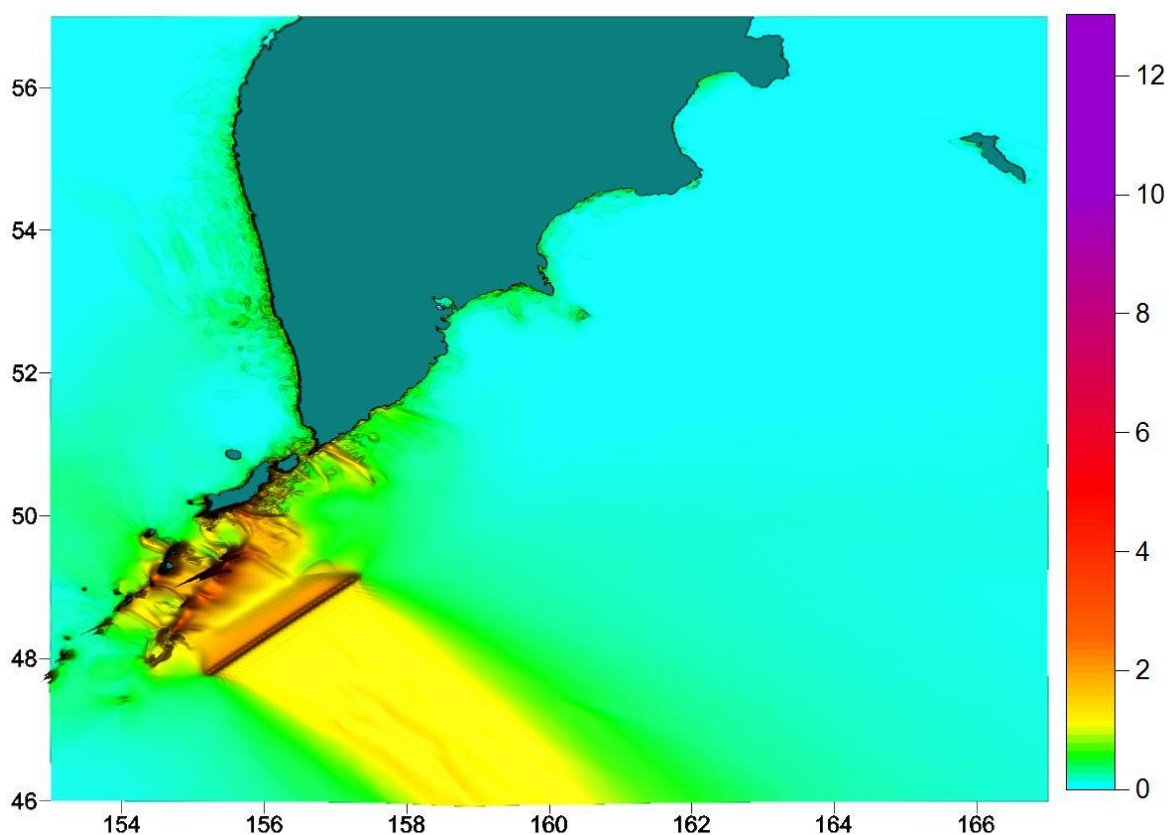
Рис. 27. Распространения энергии волны цунами от модельного цунамигенного землетрясения 84-3d с магнитудой 8.4, расположенного в 1-й расчетной подобласти.

**Картины распространения энергии волн цунами от модельных цунамигенных землетрясений, расположенных в 2-й расчетной подобласти.**

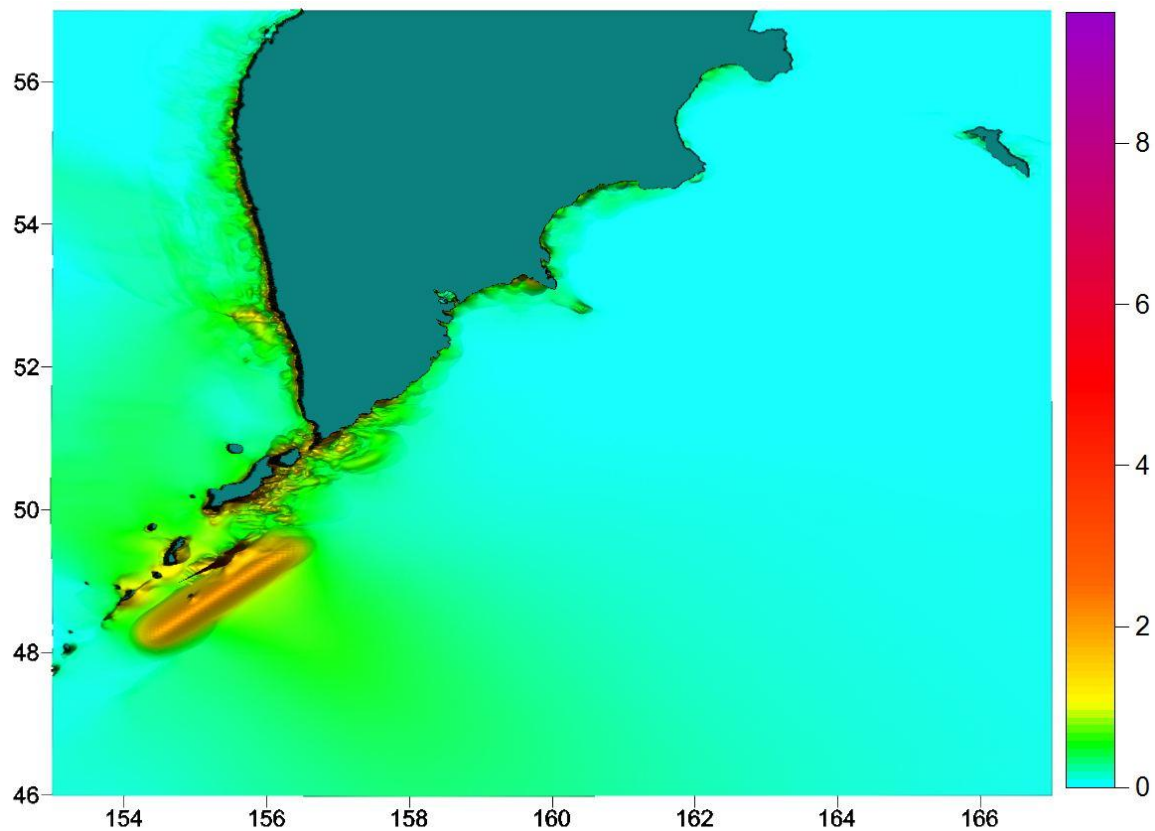


**Рис. 28. Распространения энергии волны цунами от модельного цунамигенного землетрясения 78-6b с магнитудой 7.8, расположенного во 2-й расчетной подобласти.**

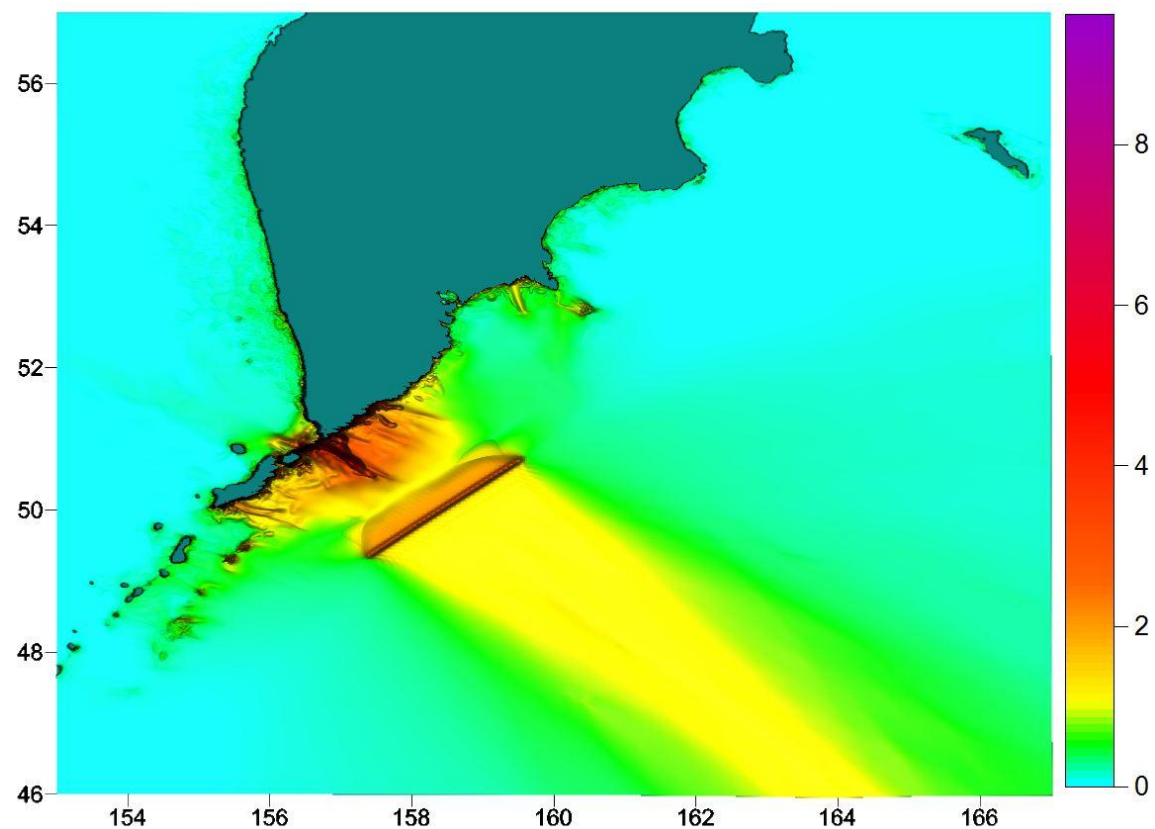
78-6b



**Рис. 29. Распространения энергии волны цунами от модельного цунамигенного землетрясения 84-2b с магнитудой 8.4, расположенного во 2-й расчетной подобласти.**



**Рис. 30.** Распространения энергии волны цунами от модельного цунамигенного землетрясения 84-2d с магнитудой 8.4, расположенного во 2-й расчетной подобласти.



**Рис. 31.** Распространения энергии волны цунами от модельного цунамигенного землетрясения 84-3b с магнитудой 8.4, расположенного во 2-й расчетной подобласти.

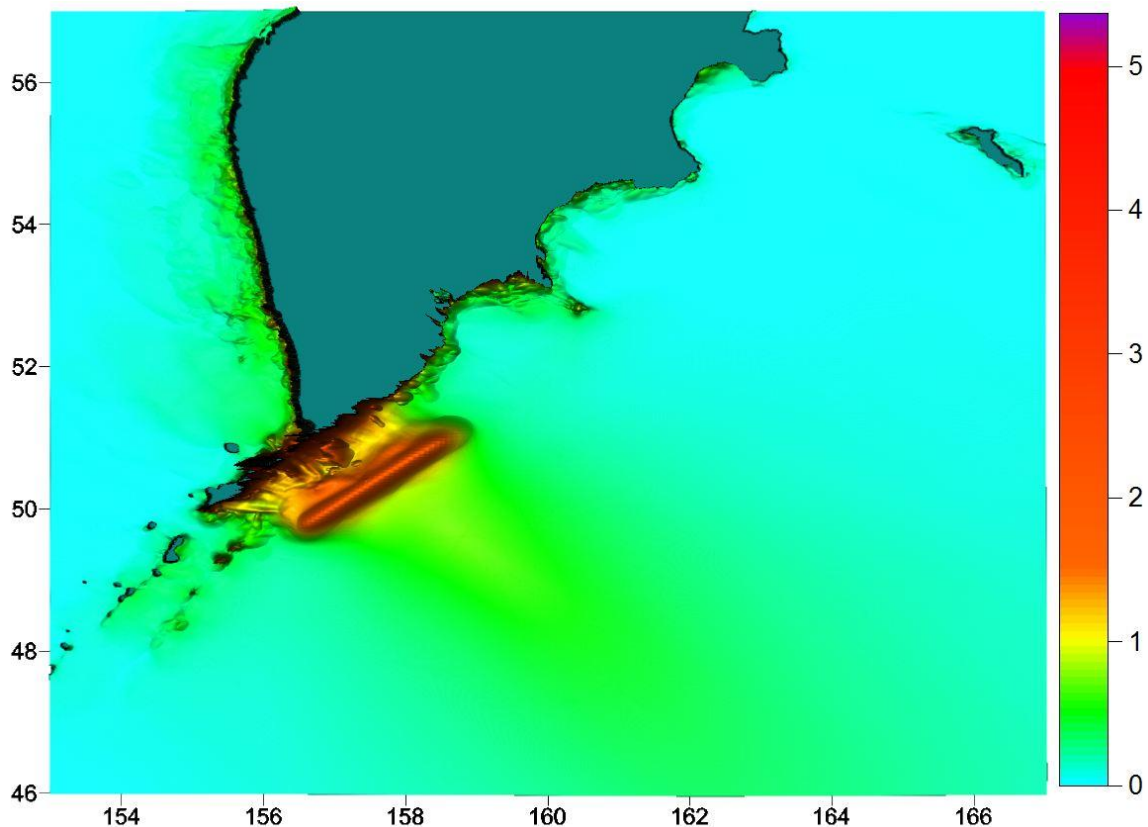


Рис. 32. Распространения энергии волны цунами от модельного цунамигенного землетрясения 84-3d с магнитудой 8.4, расположенного во 2-й расчетной подобласти.

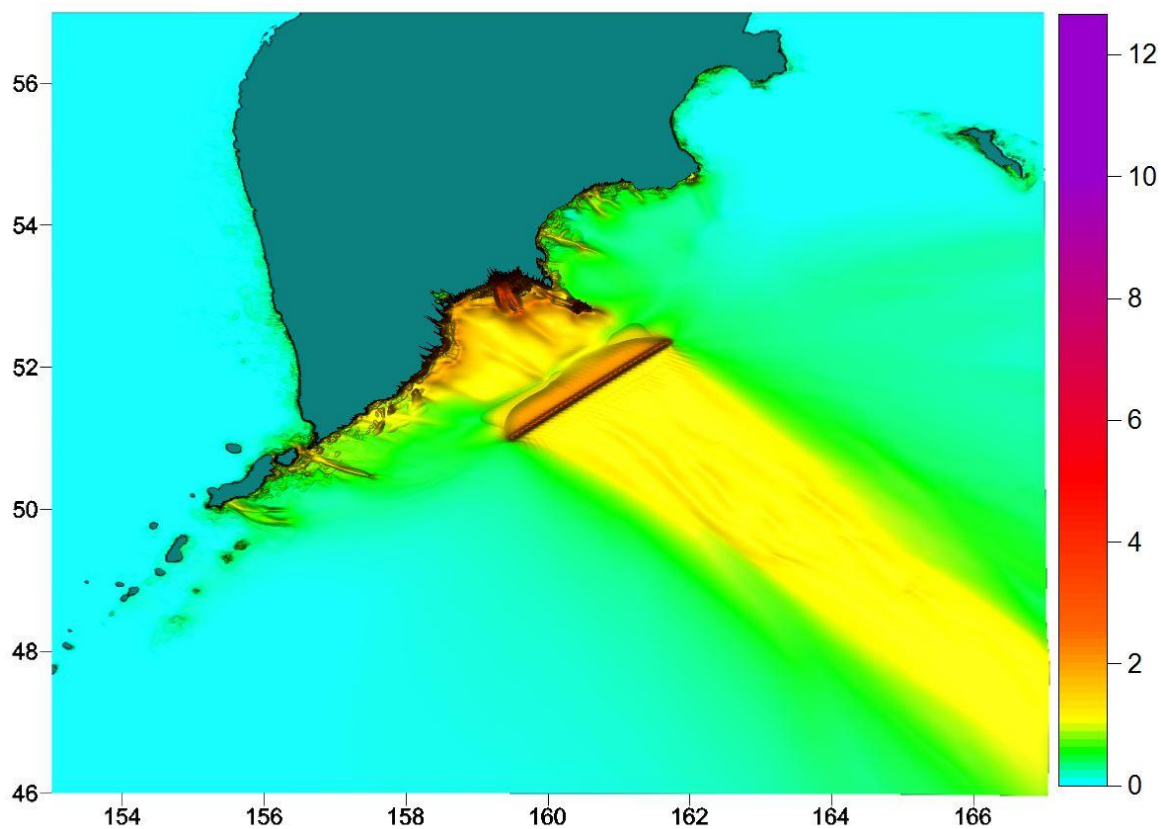
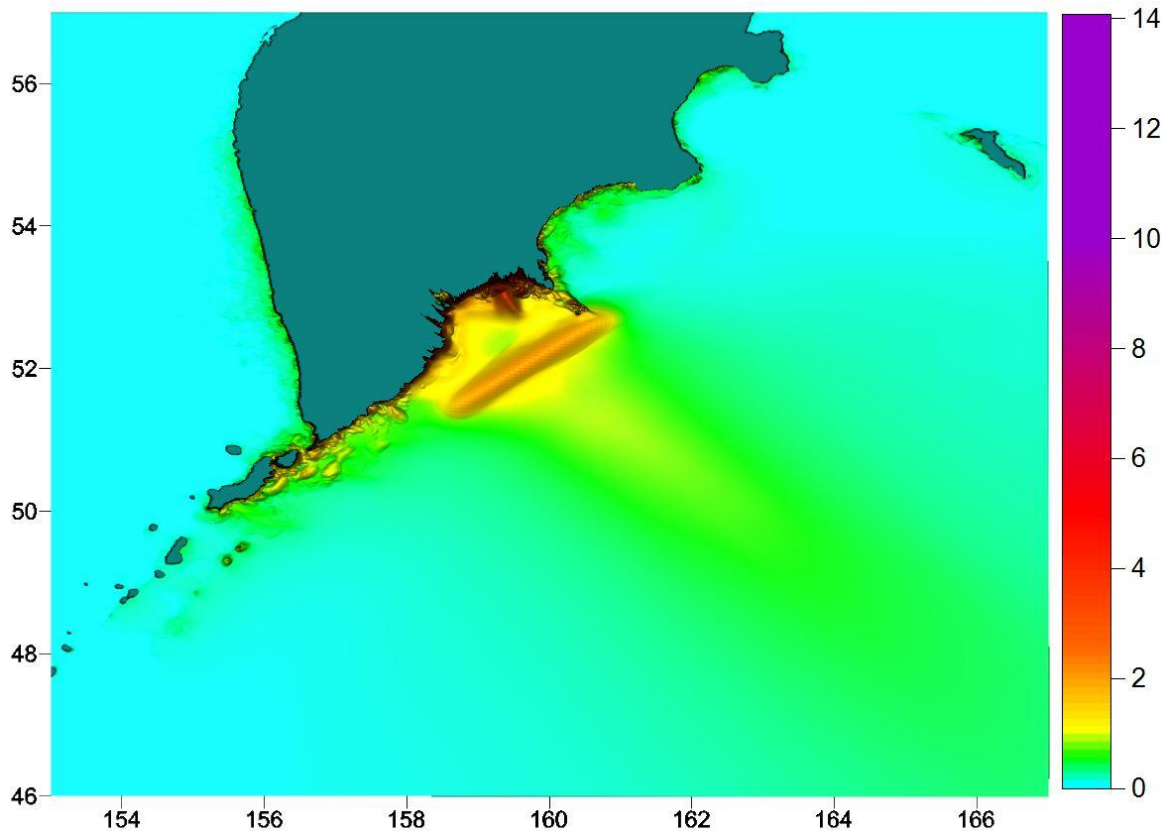
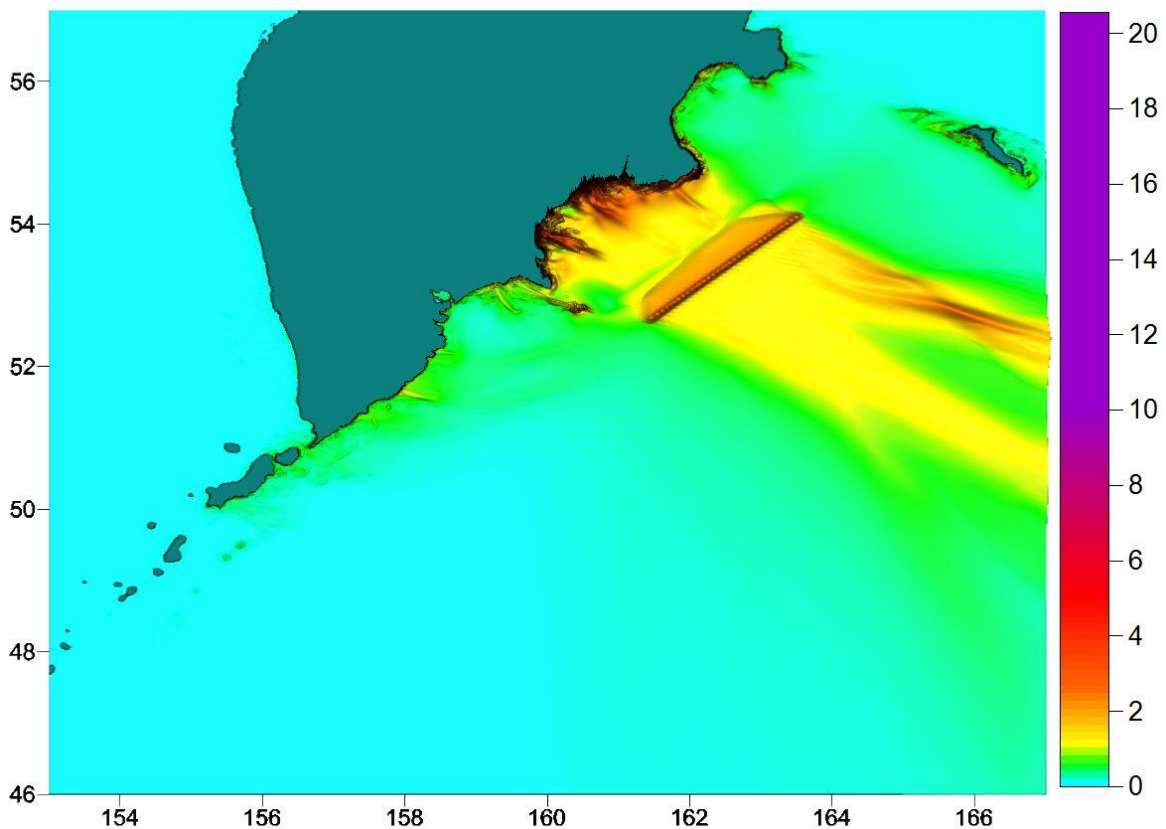


Рис. 33. Распространения энергии волны цунами от модельного цунамигенного землетрясения 84-4b с магнитудой 8.4, расположенного во 2-й расчетной подобласти.

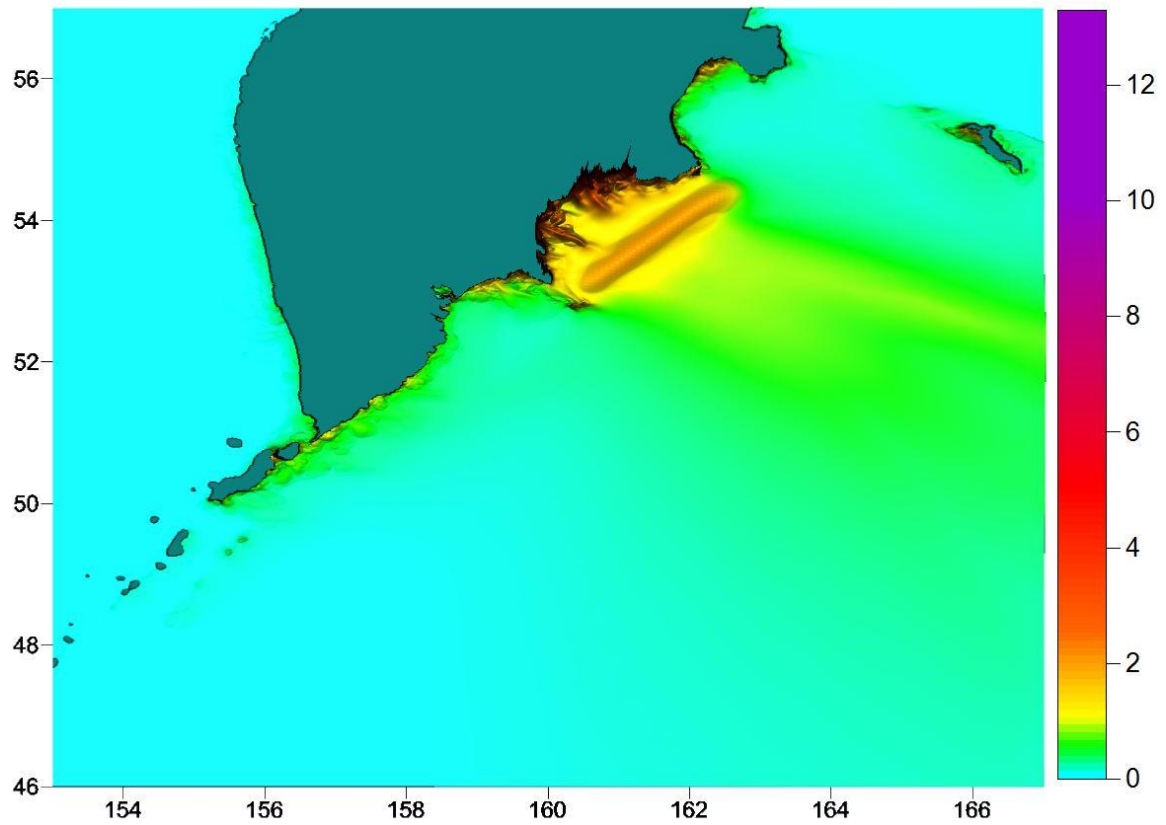




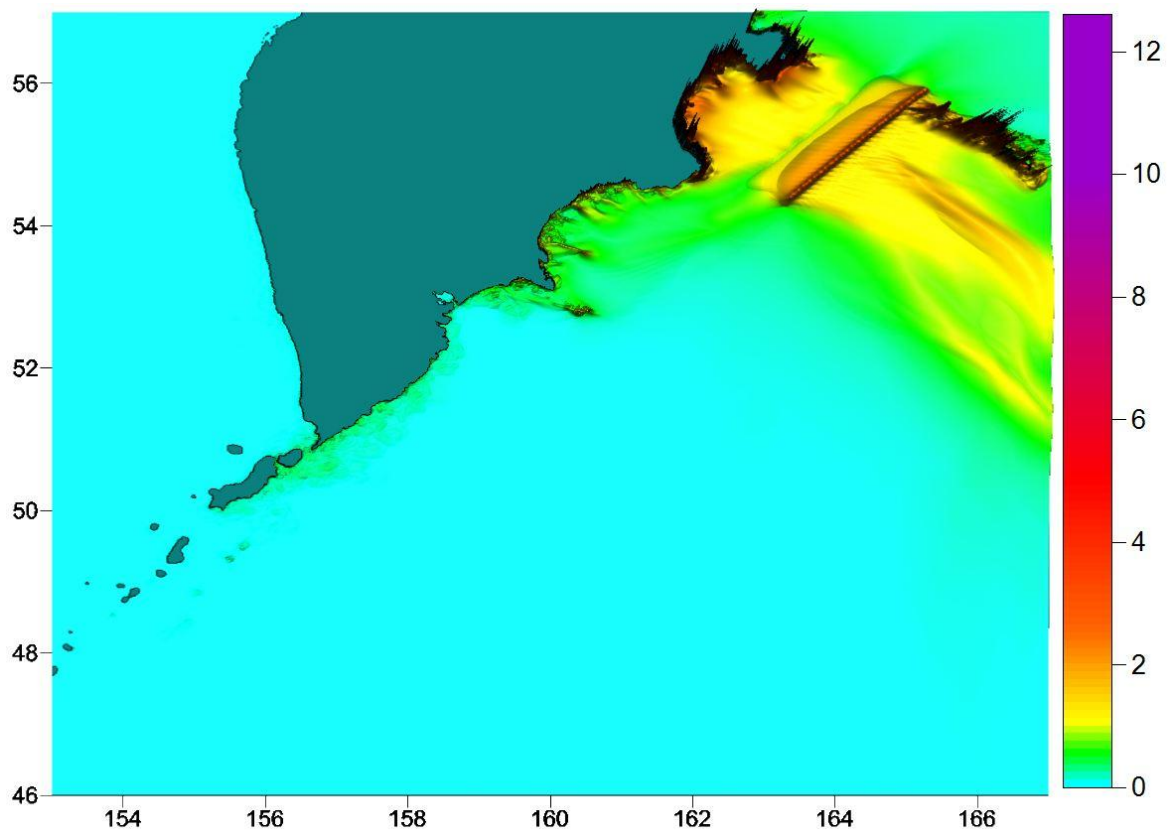
**Рис. 34.** Распространения энергии волны цунами от модельного цунамигенного землетрясения 84-4d с магнитудой 8.4, расположенного во 2-й расчетной подобласти.



**Рис. 35.** Распространения энергии волны цунами от модельного цунамигенного землетрясения 84-5b с магнитудой 8.4, расположенного во 2-й расчетной подобласти.



**Рис. 36.** Распространения энергии волны цунами от модельного цунамигенного землетрясения 84-5d с магнитудой 8.4, расположенного во 2-й расчетной подобласти.



**Рис. 37.** Распространения энергии волны цунами от модельного цунамигенного землетрясения 84-6b с магнитудой 8.4, расположенного во 2-й расчетной подобласти.

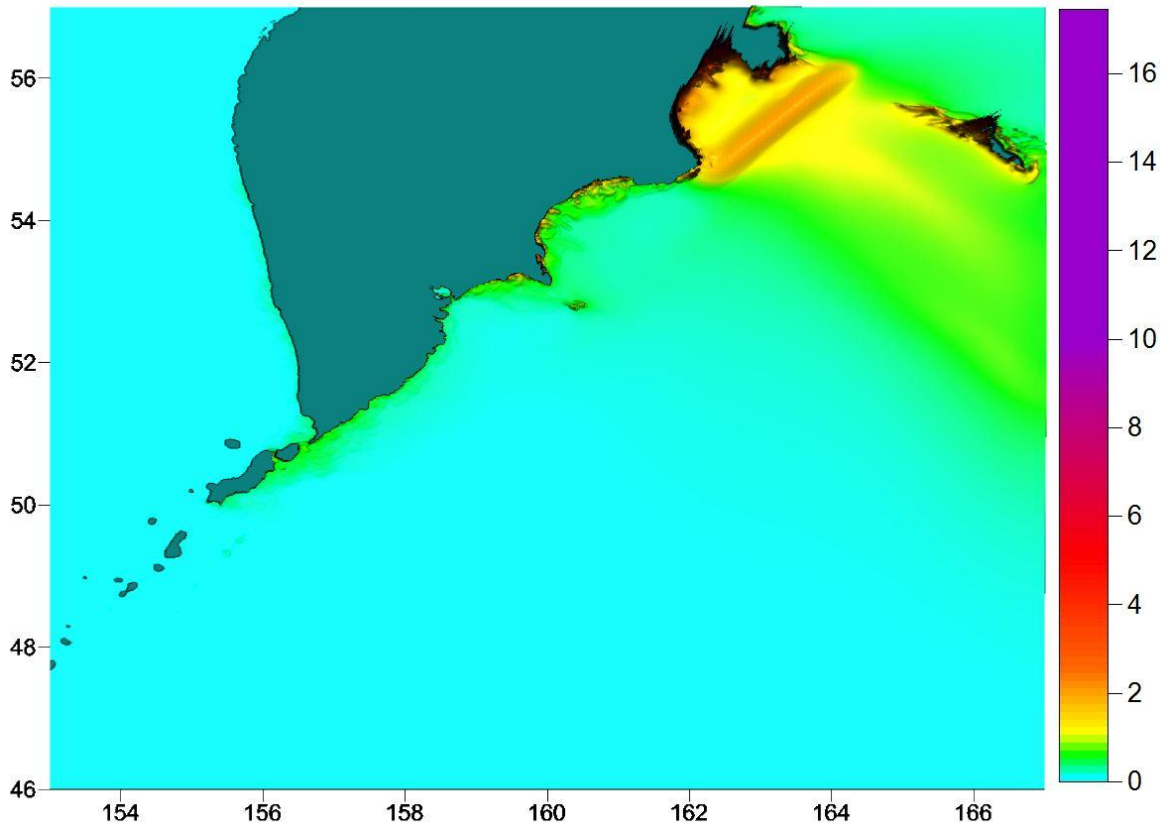


Рис. 38. Распространения энергии волны цунами от модельного цунамигенного землетрясения 84-6d с магнитудой 8.4, расположенного во 2-й расчетной подобласти.

**Картины распространения энергии волн цунами от модельных цунамигенных землетрясений, расположенных в 3-й расчетной подобласти.**

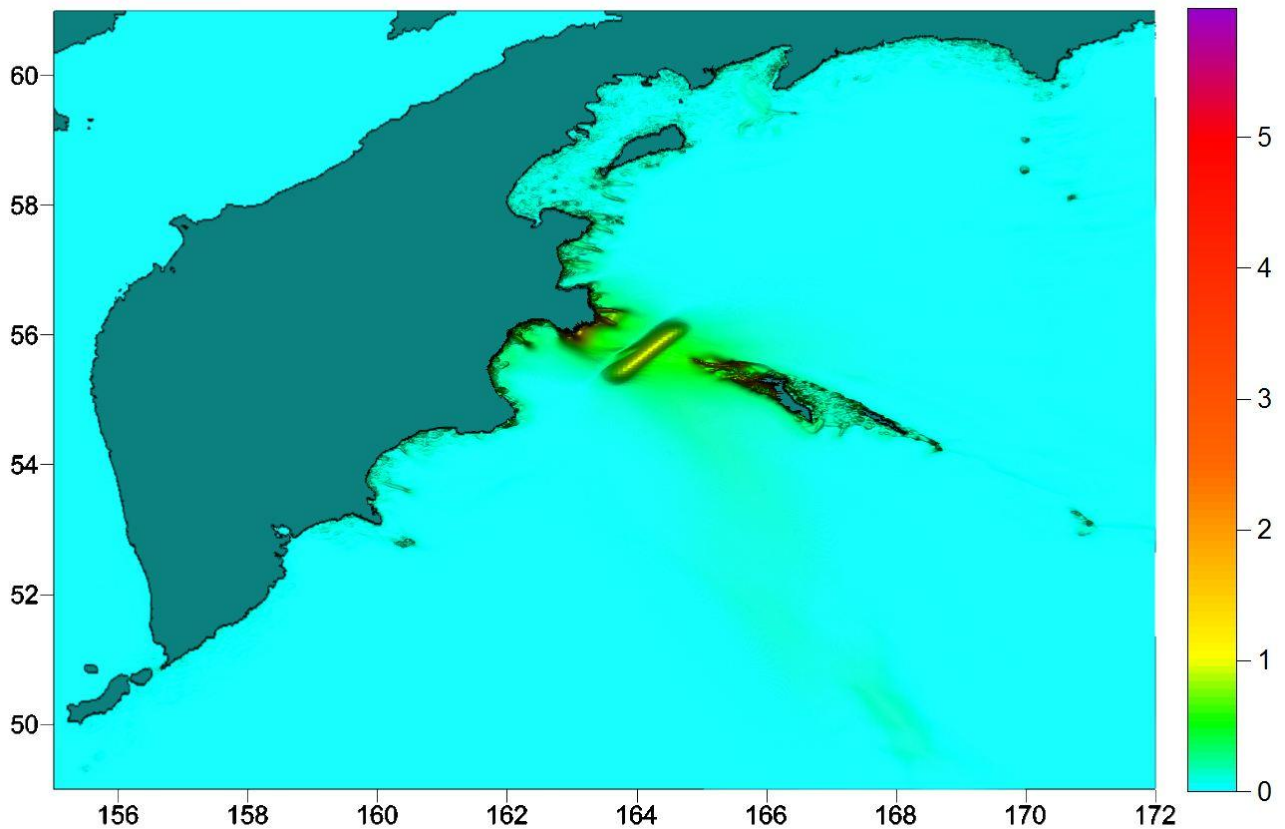


Рис. 39. Распространения энергии волны цунами от модельного цунамигенного землетрясения 78-12b с магнитудой 7.8, расположенного в 3-й расчетной подобласти.

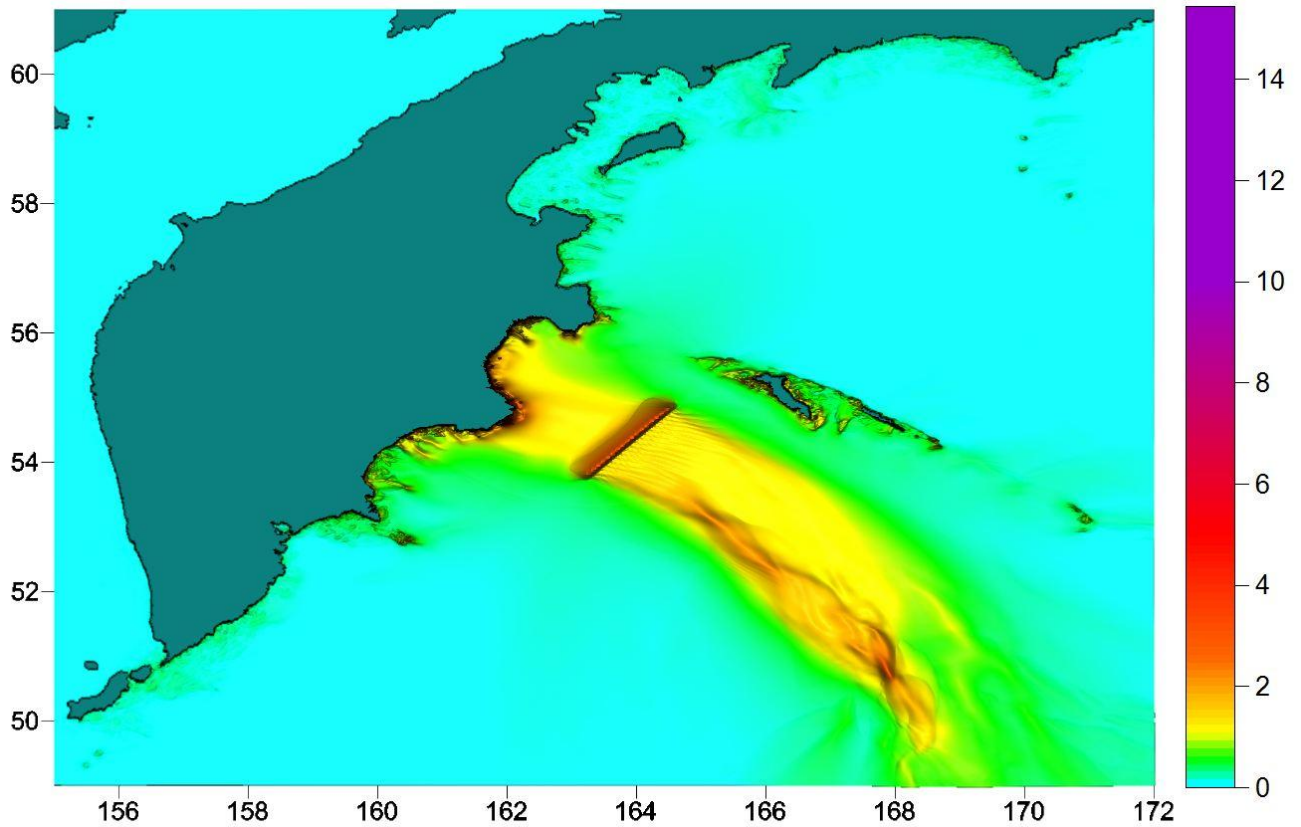


Рис. 40. Распространения энергии волны цунами от модельного цунамигенного землетрясения 81-7f с магнитудой 8.1, расположенного в 3-й расчетной подобласти.

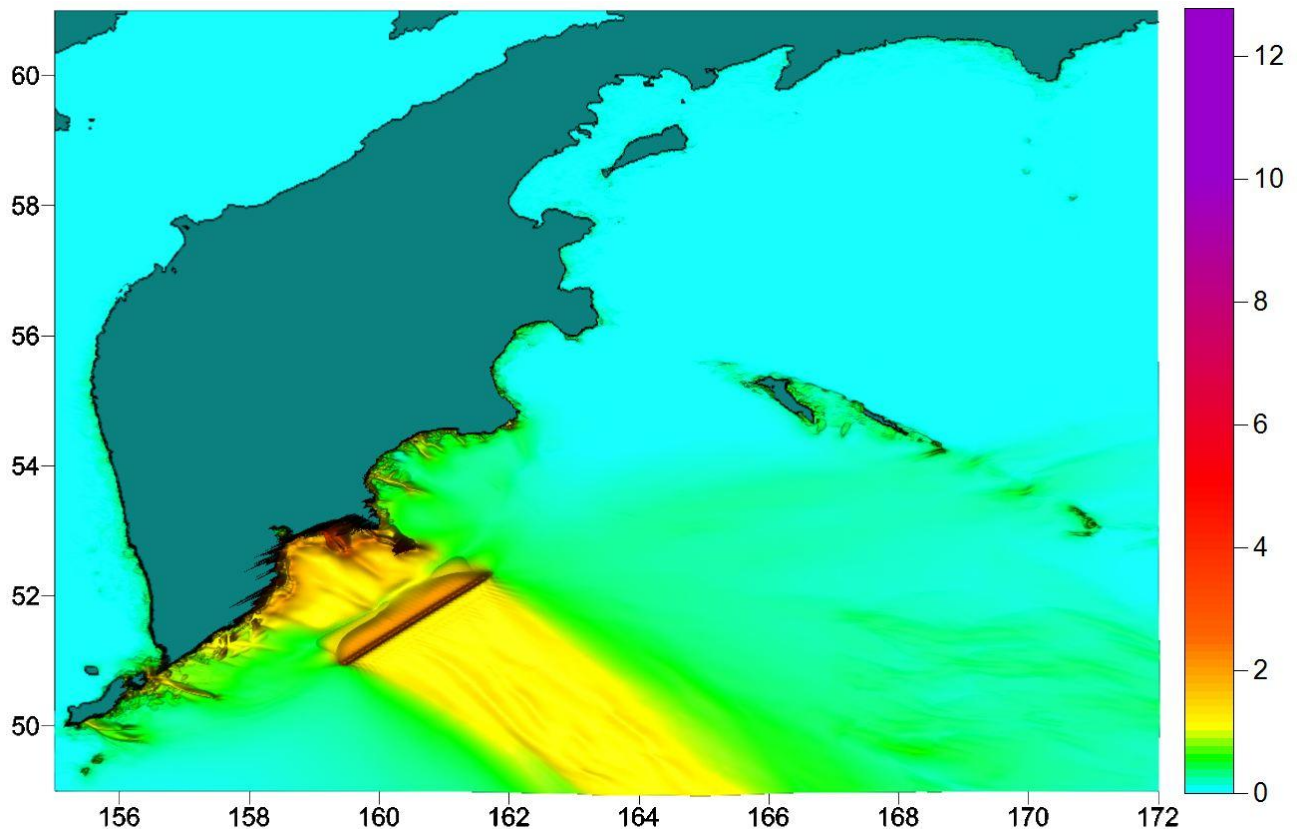


Рис. 41. Распространения энергии волны цунами от модельного цунамигенного землетрясения 84-4b с магнитудой 8.4, расположенного в 3-й расчетной подобласти.

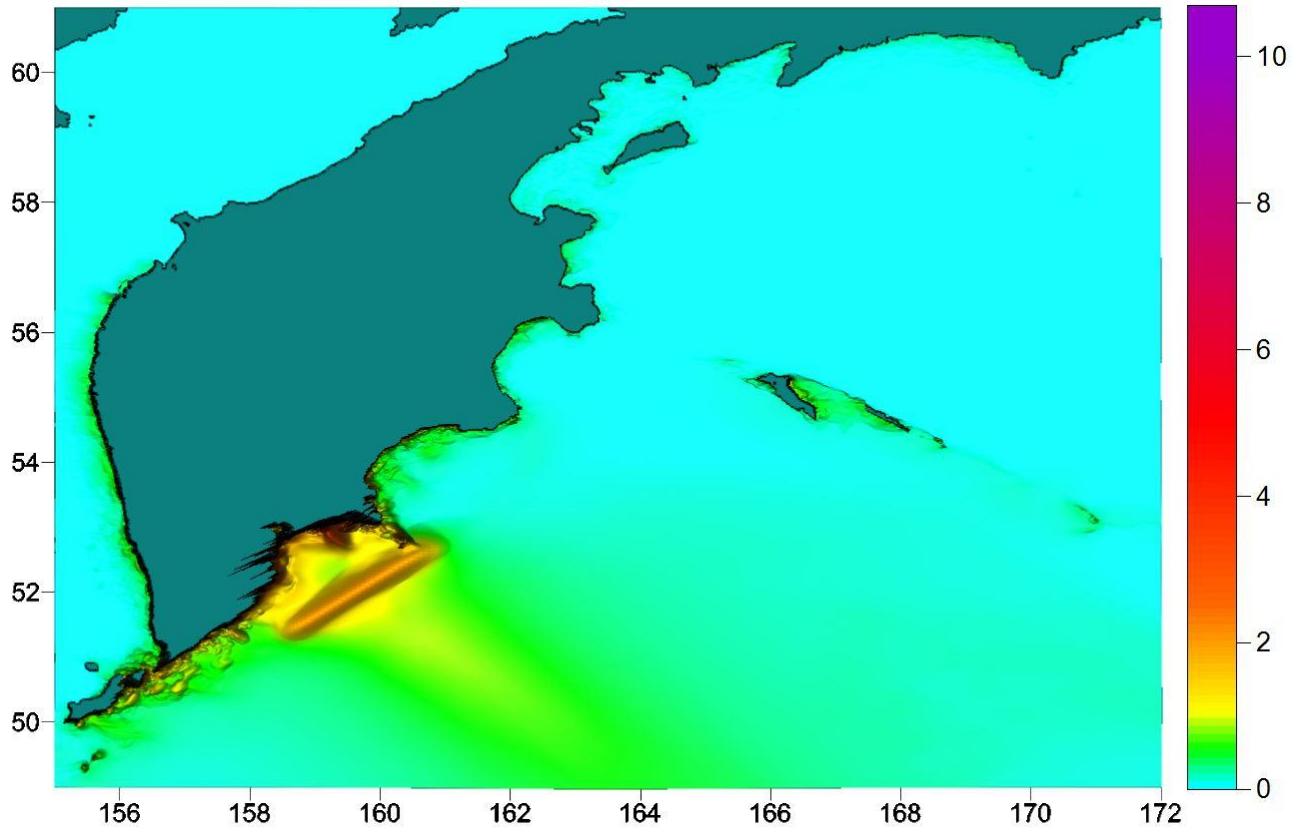


Рис. 42. Распространения энергии волны цунами от модельного цунамигенного землетрясения 84-4d с магнитудой 8.4, расположенного в 3-й расчетной подобласти.

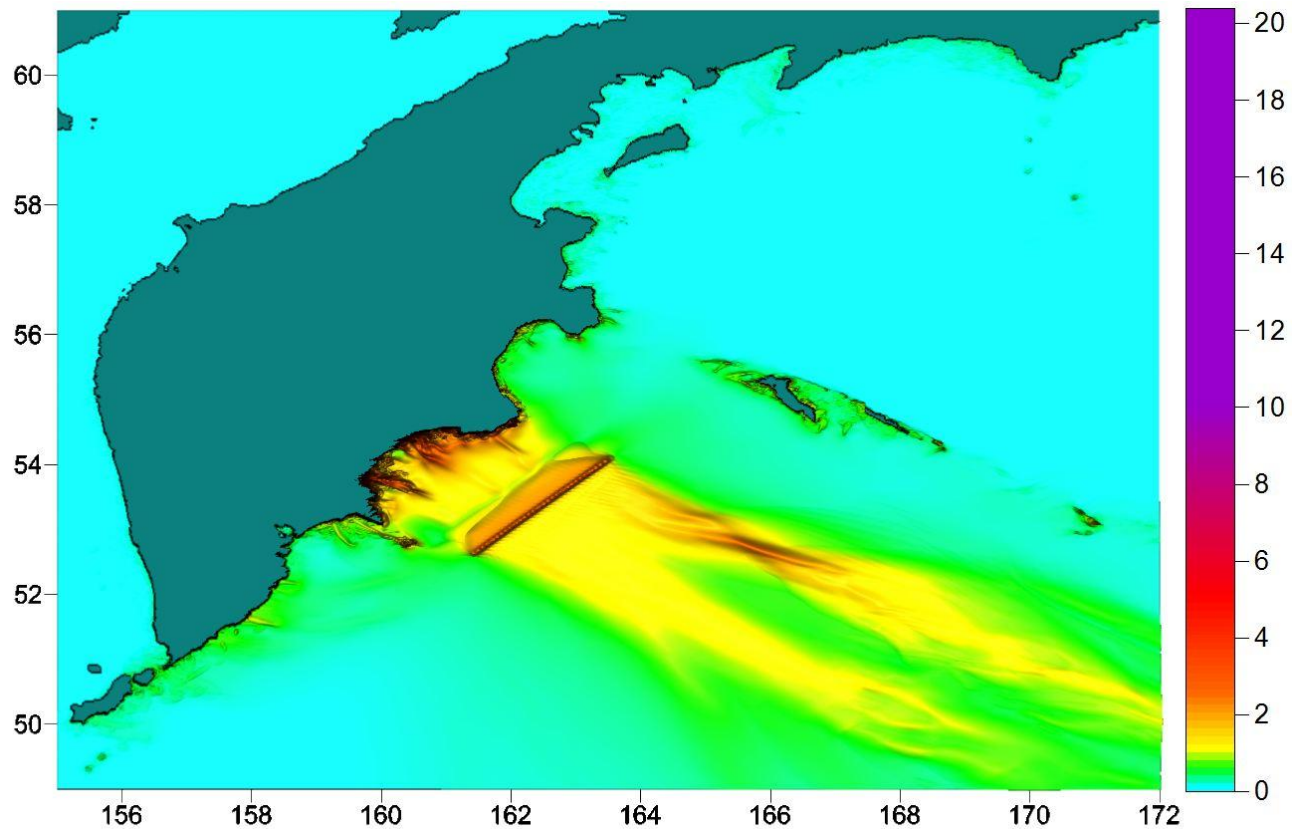


Рис. 43. Распространения энергии волны цунами от модельного цунамигенного землетрясения 84-5b с магнитудой 8.4, расположенного в 3-й расчетной подобласти.

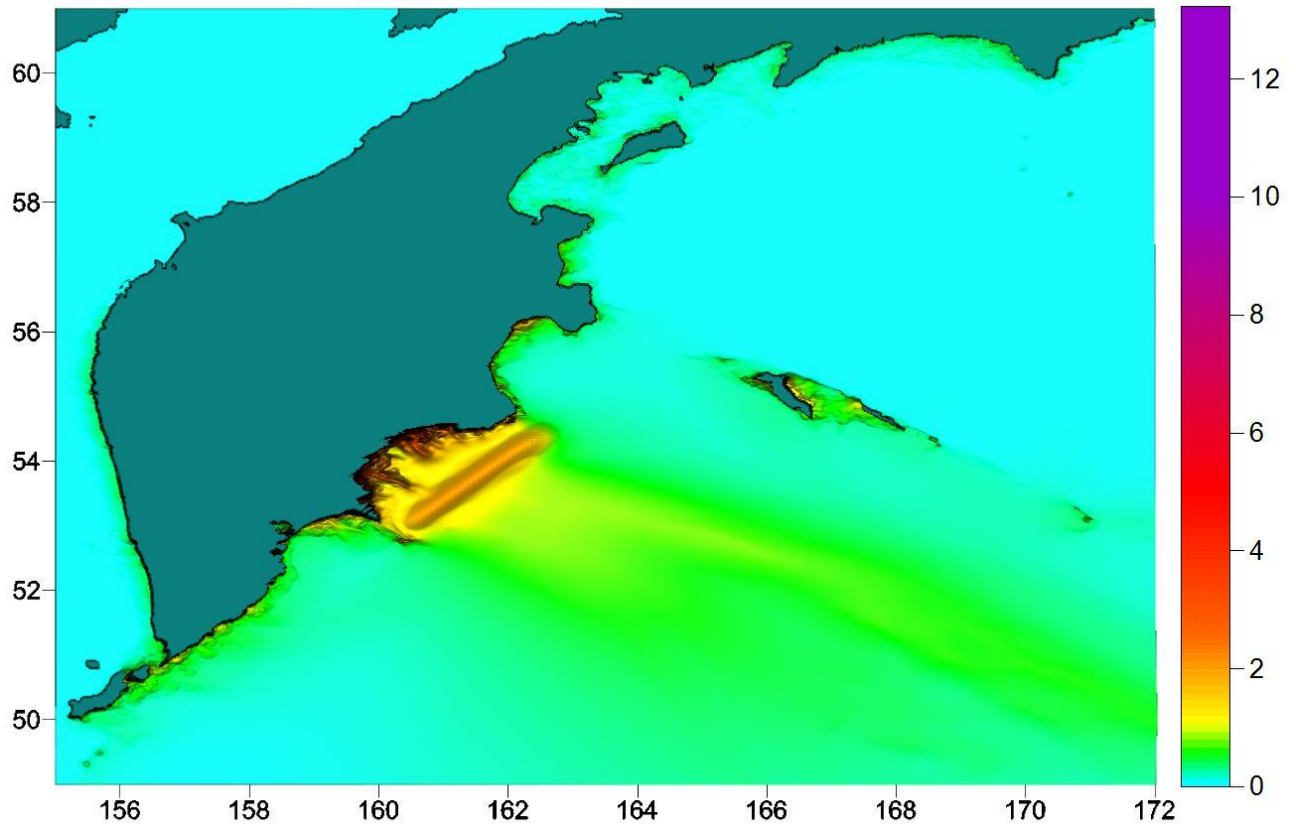


Рис. 44. Распространения энергии волны цунами от модельного цунамигенного землетрясения 84-5d с магнитудой 8.4, расположенного в 3-й расчетной подобласти.

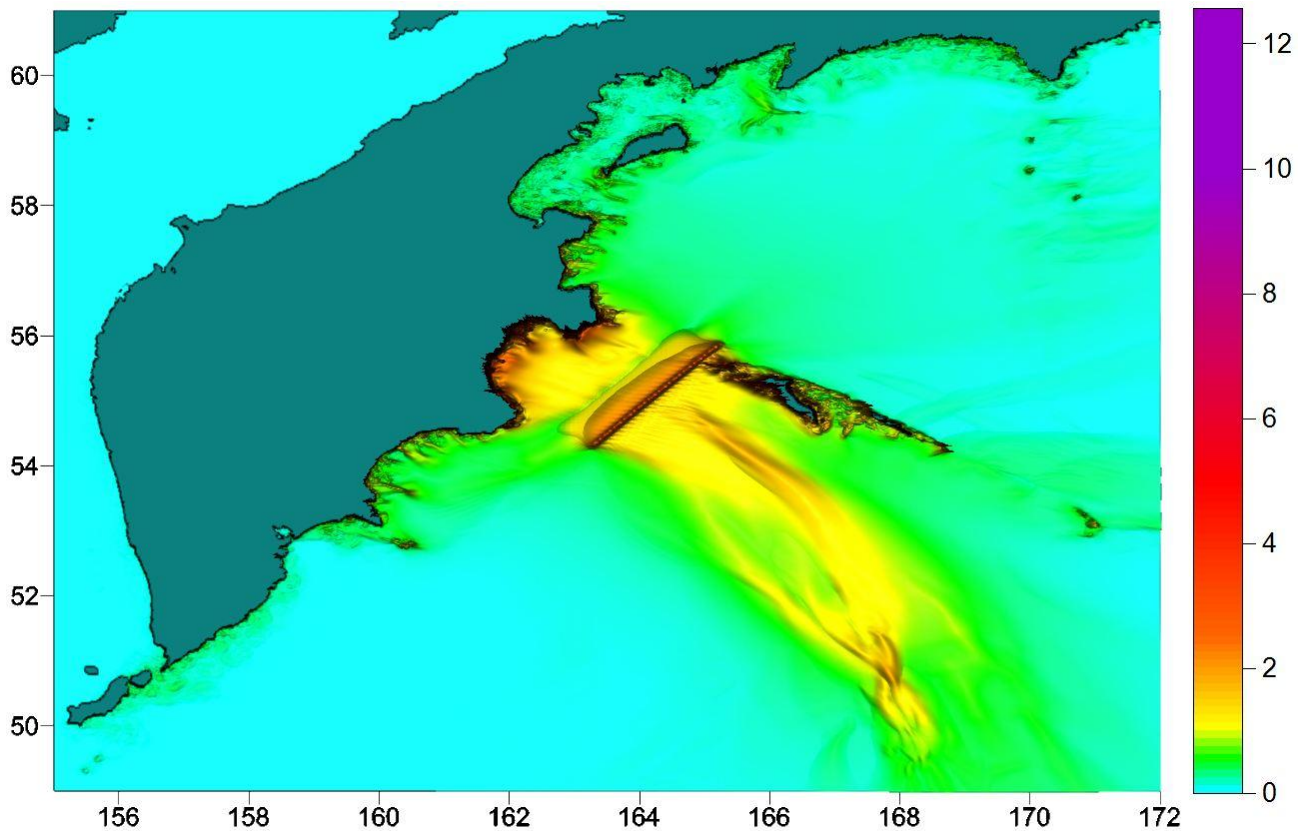


Рис. 45. Распространения энергии волны цунами от модельного цунамигенного землетрясения 84-6b с магнитудой 8.4, расположенного в 3-й расчетной подобласти.

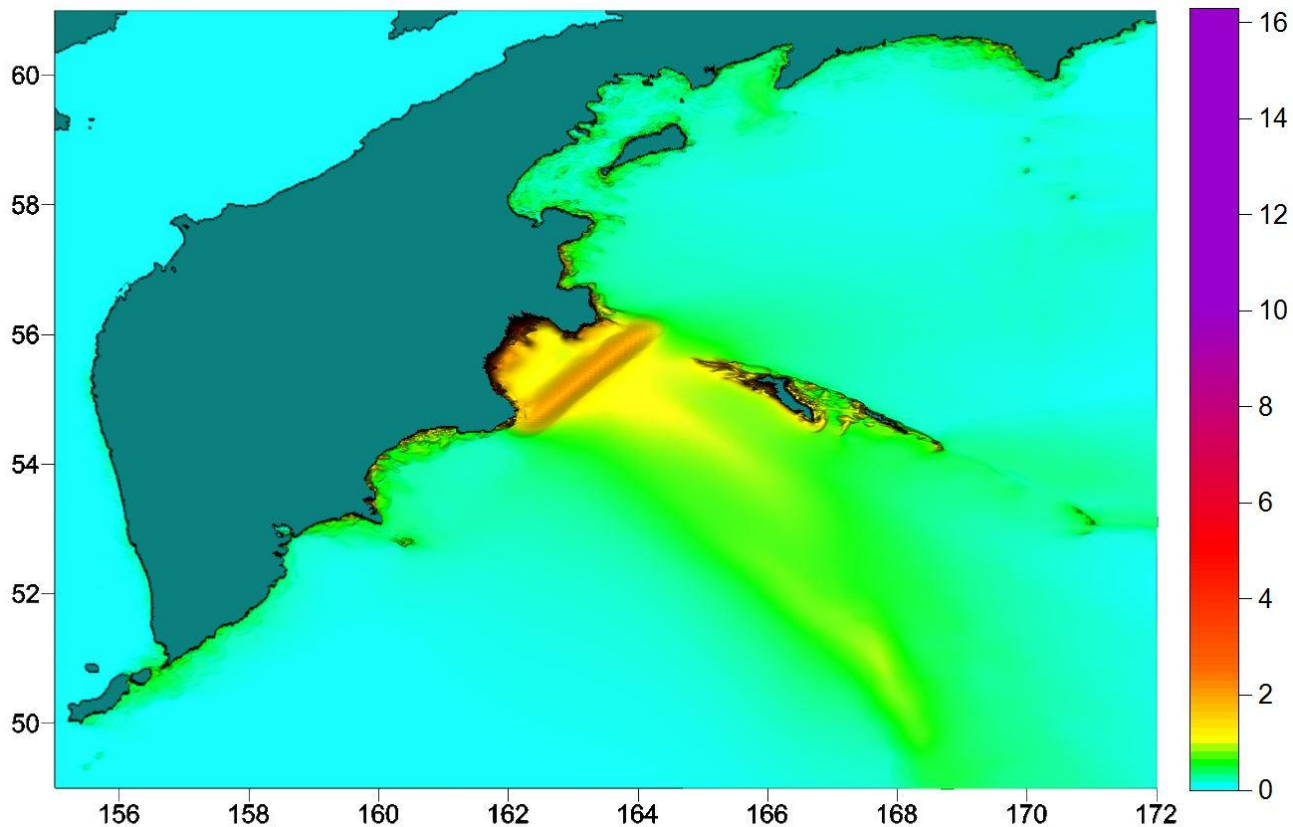


Рис. 46. Распространения энергии волны цунами от модельного цунамигенного землетрясения 84-6d с магнитудой 8.4, расположенного в 3-й расчетной подобласти.

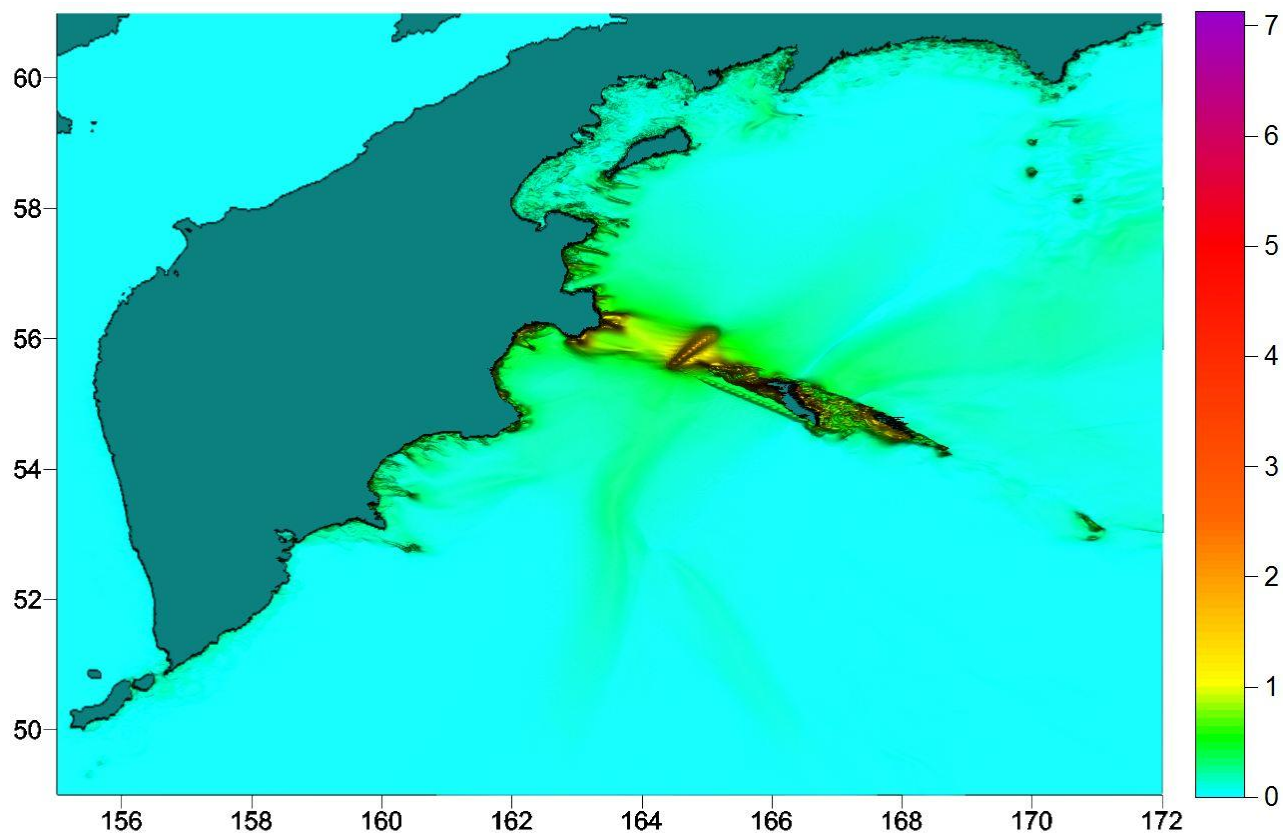


Рис. 47. Распространения энергии волны цунами от модельного цунамигенного землетрясения 84-7d с магнитудой 8.4, расположенного в 3-й расчетной подобласти.

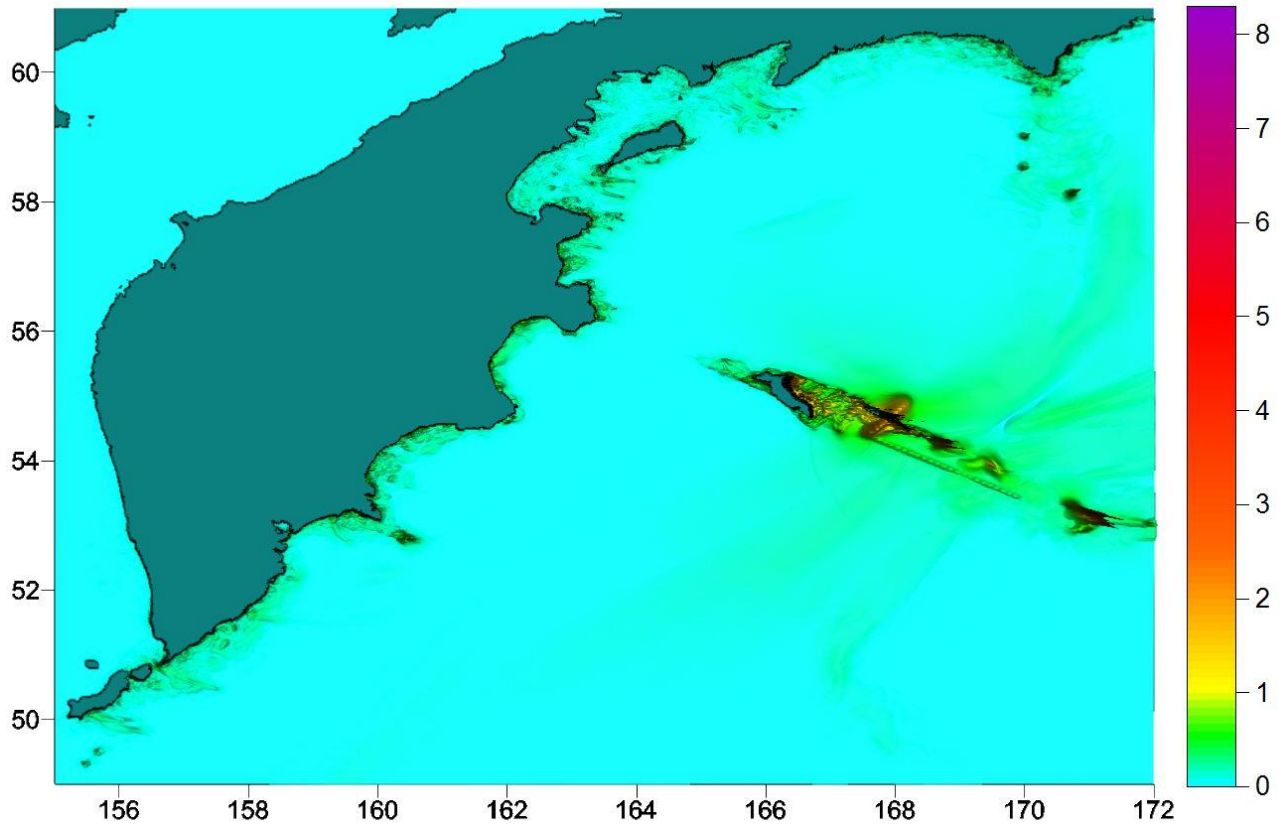


Рис. 48. Распространения энергии волны цунами от модельного цунамигенного землетрясения 84-8d с магнитудой 8.4, расположенного в 3-й расчетной подобласти.

**Картины распространения энергии волн цунами от модельных цунамигенных землетрясений, расположенных в 4-й расчетной подобласти.**

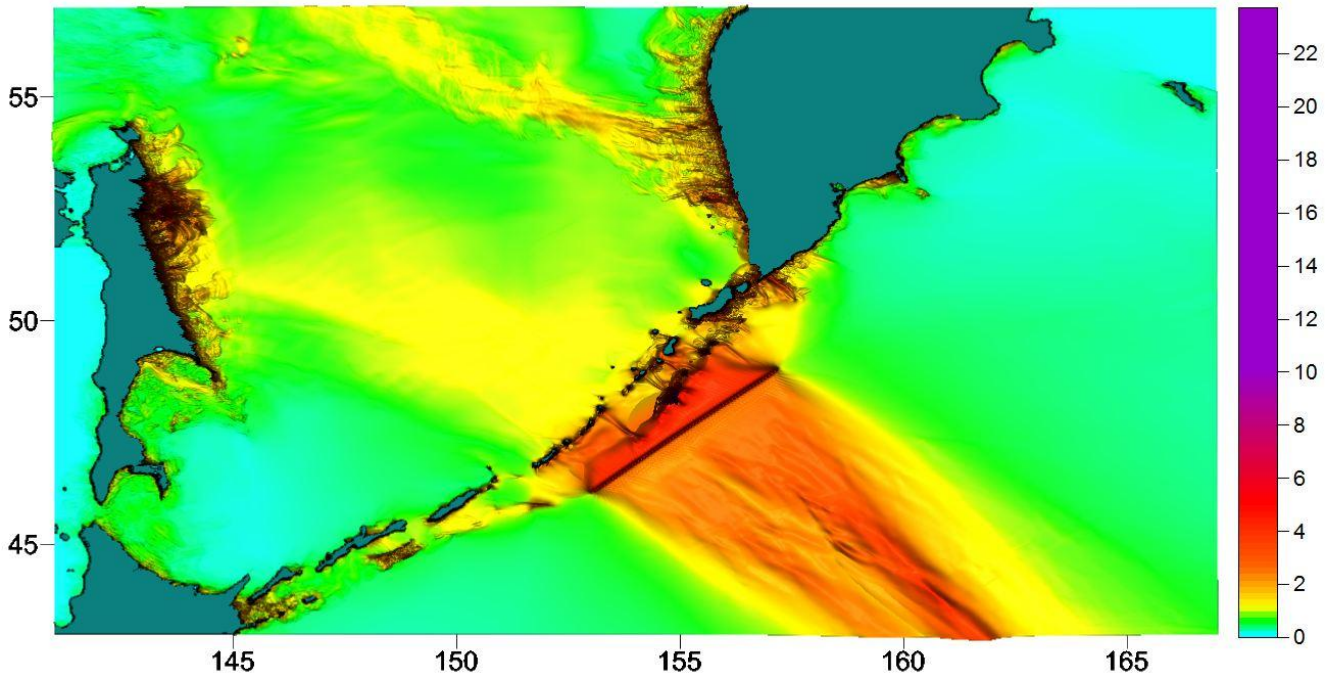


Рис. 49. Распространения энергии волны цунами от модельного цунамигенного землетрясения 90-1d с магнитудой 8.4, расположенного в 4-й расчетной подобласти.



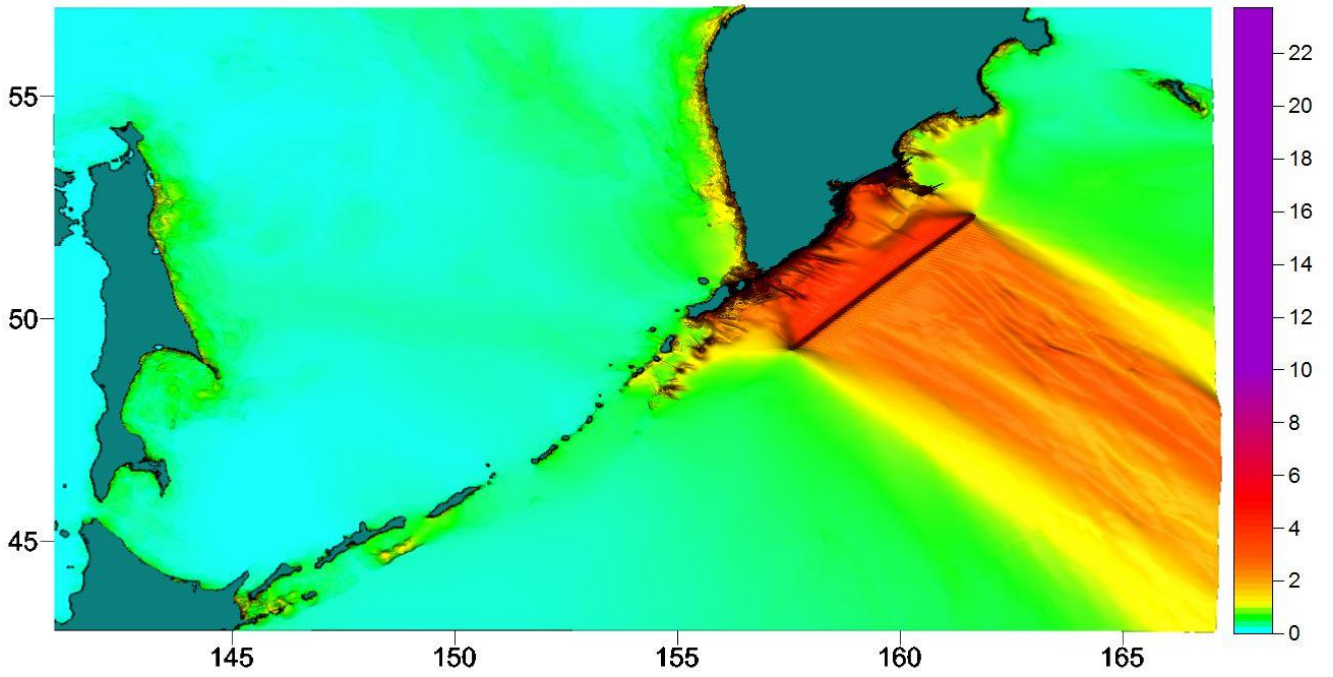


Рис. 50. Распространения энергии волны цунами от модельного цунамигенного землетрясения 90-2d с магнитудой 8.4, расположенного в 4-й расчетной подобласти.

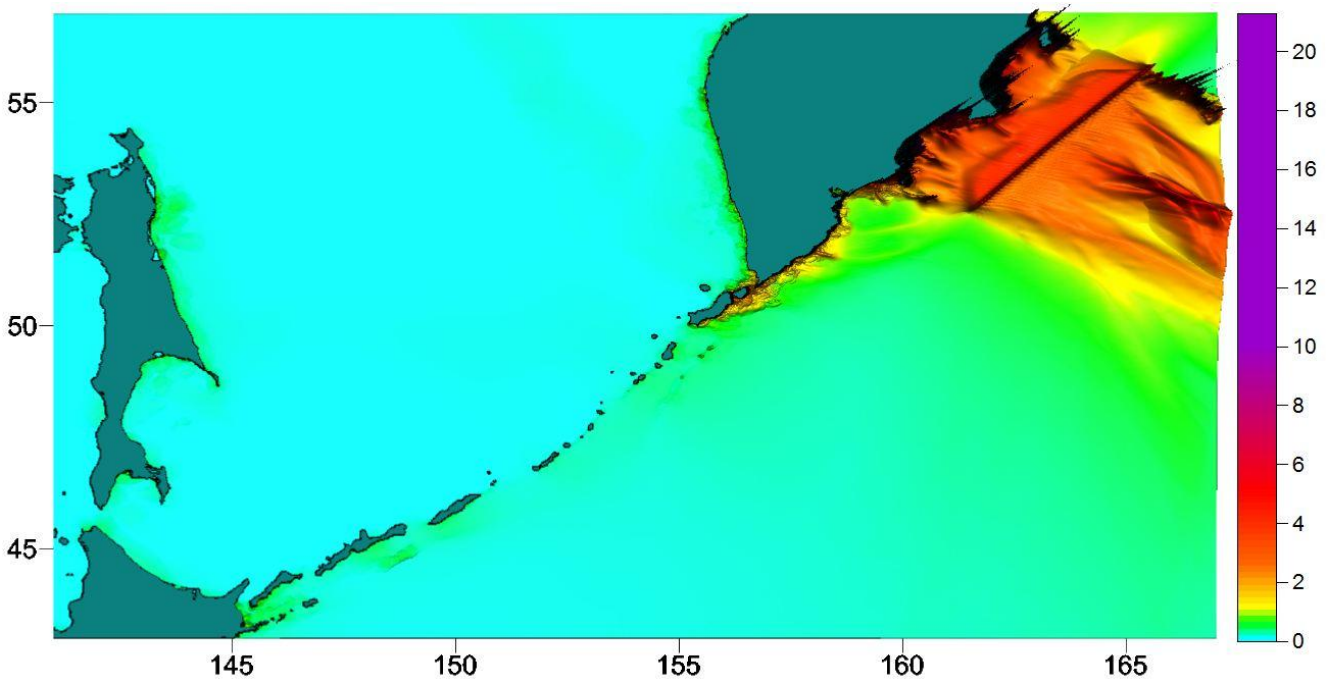


Рис. 51. Распространения энергии волны цунами от модельного цунамигенного землетрясения 90-3d с магнитудой 8.4, расположенного в 4-й расчетной подобласти.

Картины распространения энергии волн цунами от модельных цунамигенных землетрясений, расположенных в 5-й расчетной подобласти.

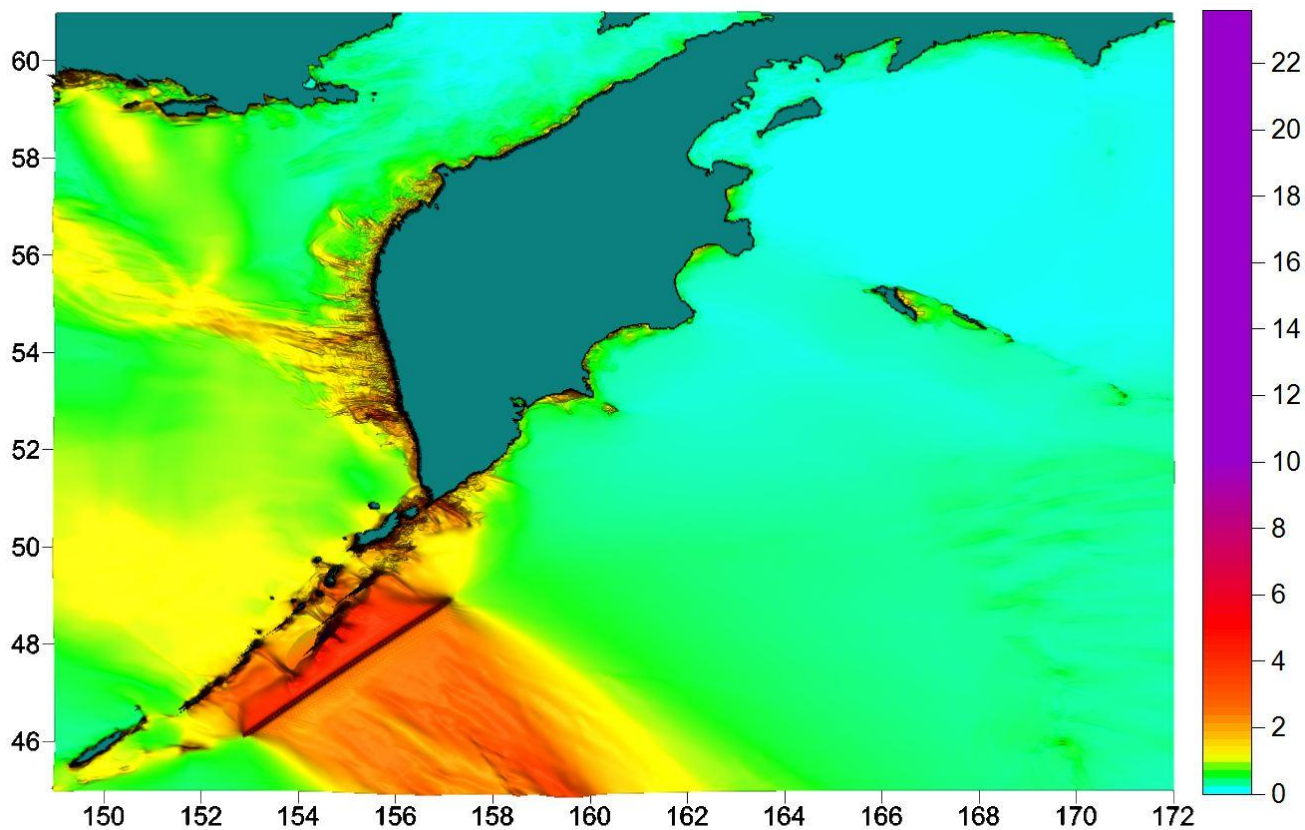


Рис. 52. Распространения энергии волны цунами от модельного цунамигенного землетрясения 90-1d с магнитудой 8.4, расположенного в 5-й расчетной подобласти.

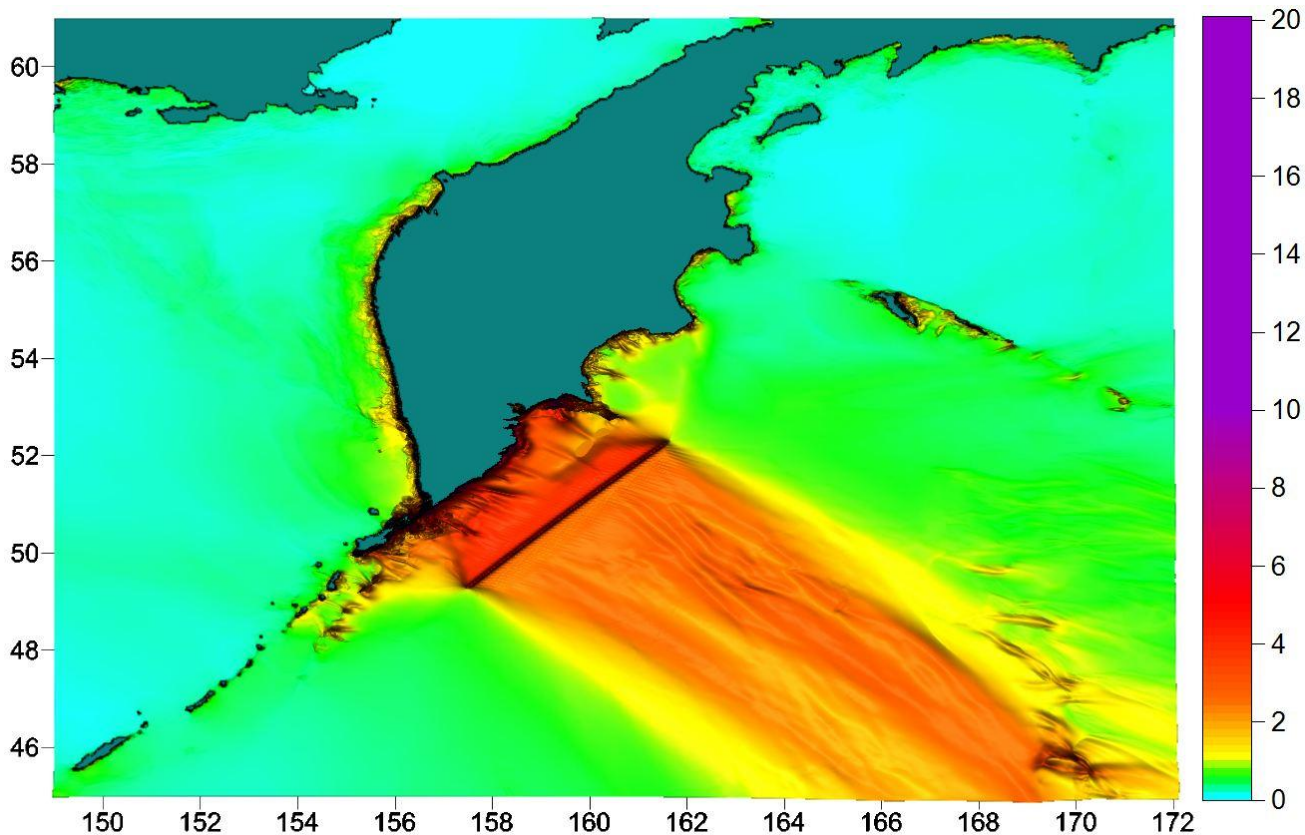


Рис. 53. Распространения энергии волны цунами от модельного цунамигенного землетрясения 90-2d с магнитудой 8.4, расположенного в 5-й расчетной подобласти.

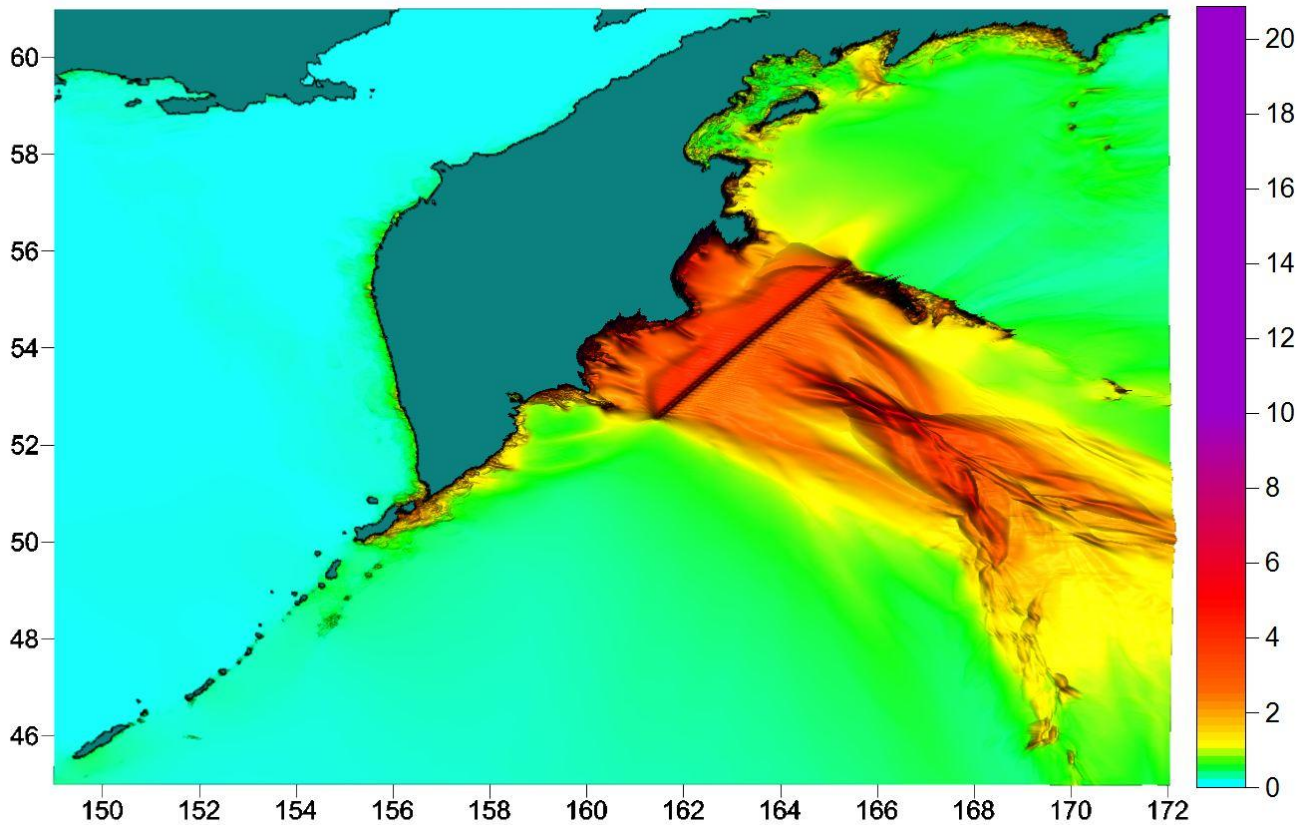


Рис. 54. Распространения энергии волны цунами от модельного цунамигенного землетрясения 90-3d с магнитудой 8.4, расположенного в 5-й расчетной подобласти.

**Картины распространения энергии волн цунами от модельных цунамигенных землетрясений, расположенных в 6-й расчетной подобласти.**

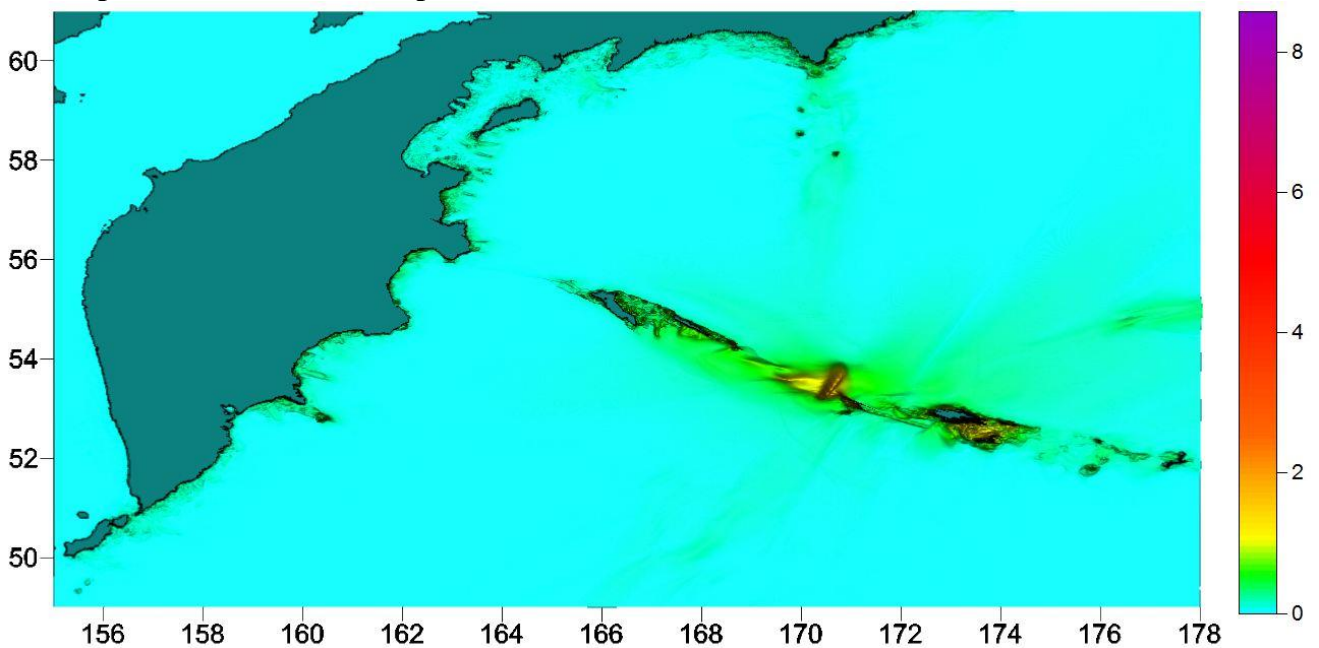


Рис. 55. Распространения энергии волны цунами от модельного цунамигенного землетрясения 84-9d с магнитудой 8.4, расположенного в 6-й расчетной подобласти.

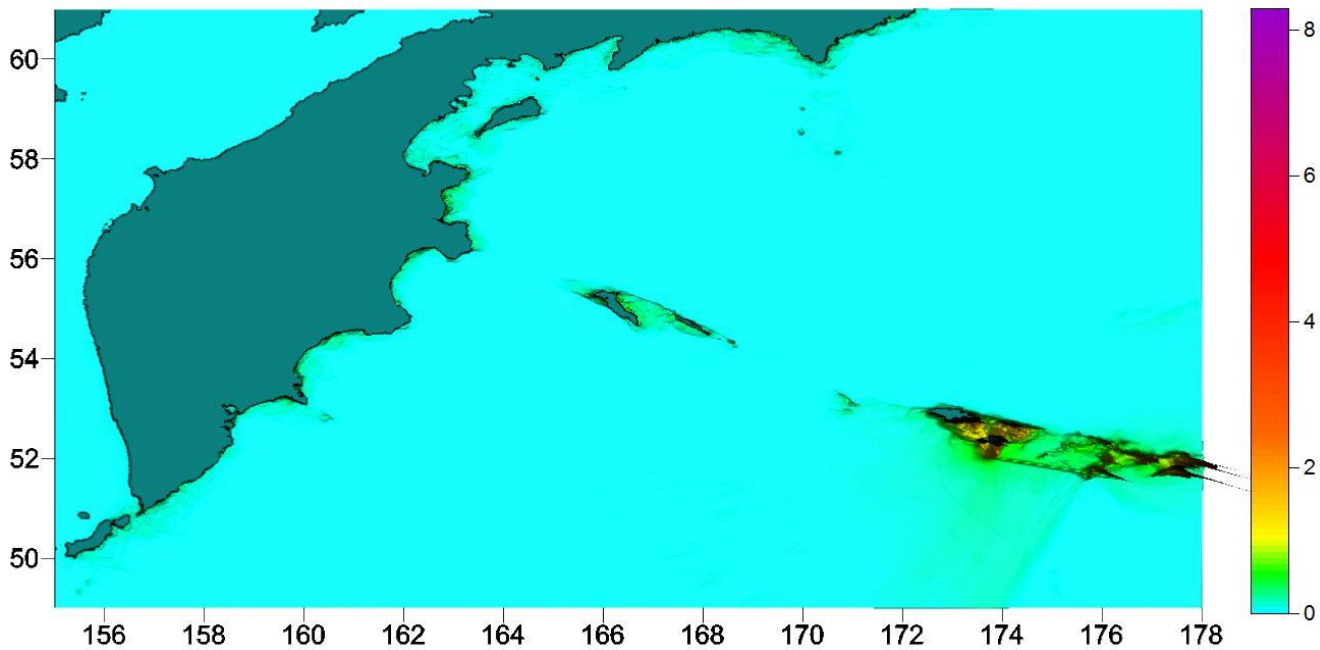


Рис. 56. Распространения энергии волны цунами от модельного цунамигенного землетрясения 84-10d с магнитудой 8.4, расположенного в 6-й расчетной подобласти.

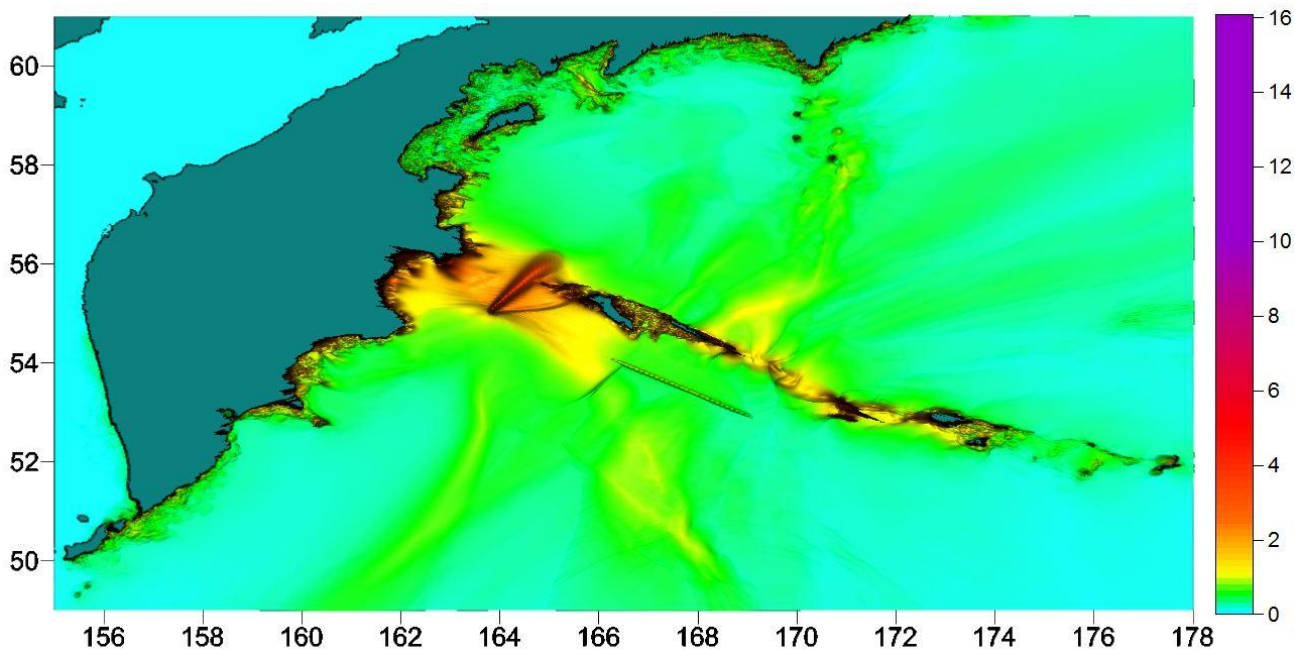


Рис. 57. Распространения энергии волны цунами от модельного цунамигенного землетрясения 90-4d с магнитудой 9.0, расположенного в 6-й расчетной подобласти.

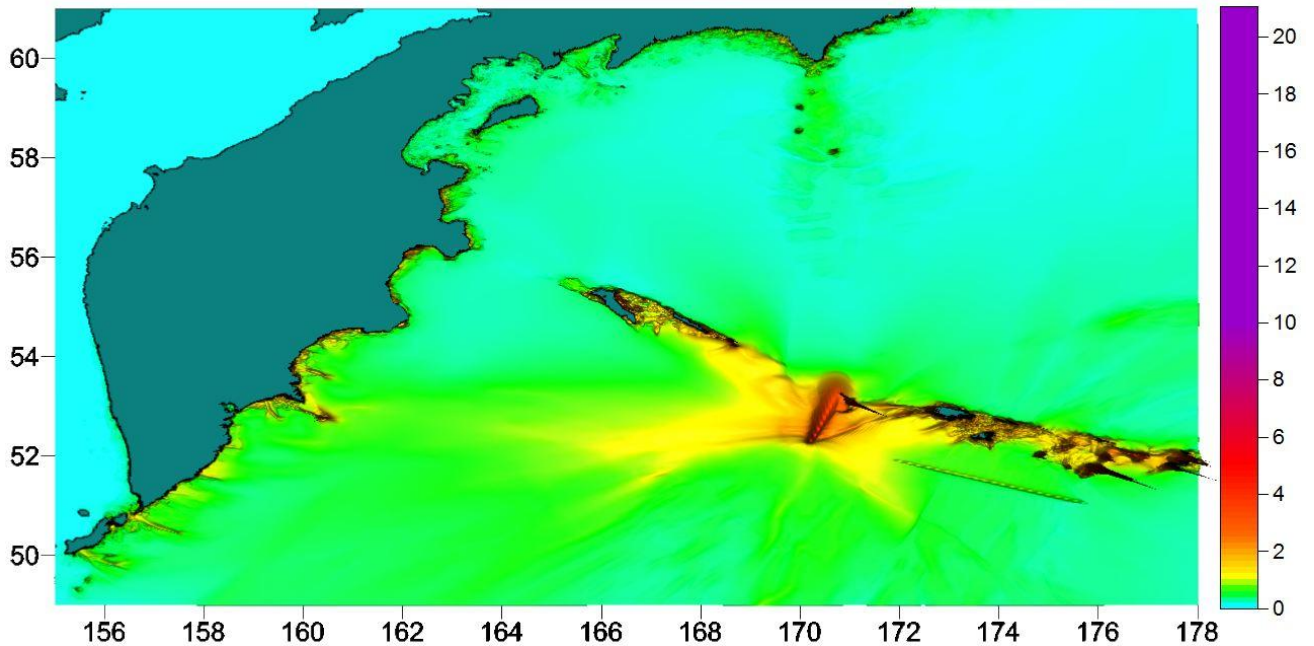


Рис. 58. Распространения энергии волны цунами от модельного цунамигенного землетрясения 90-5d с магнитудой 9.0, расположенного в 6-й расчетной подобласти.

## 6. Сравнение результатов, рассчитанных на сетках с различной детальностью.

В этом разделе отчета приведены графики, демонстрирующие различие результатов, полученных на сетках с различным разрешением. Так, на рисунках (Рис. 59 – Рис. 60) приведены максимальные амплитуды волн (в метрах), рассчитанные для защищаемых пунктов, цифровые индексы которых, отложенные на горизонтальной оси, указаны в соответствующих таблицах.

Наибольшее усиление амплитуды примерно в 4 раза отмечено в пунктах «Никольское» и «Озерное».

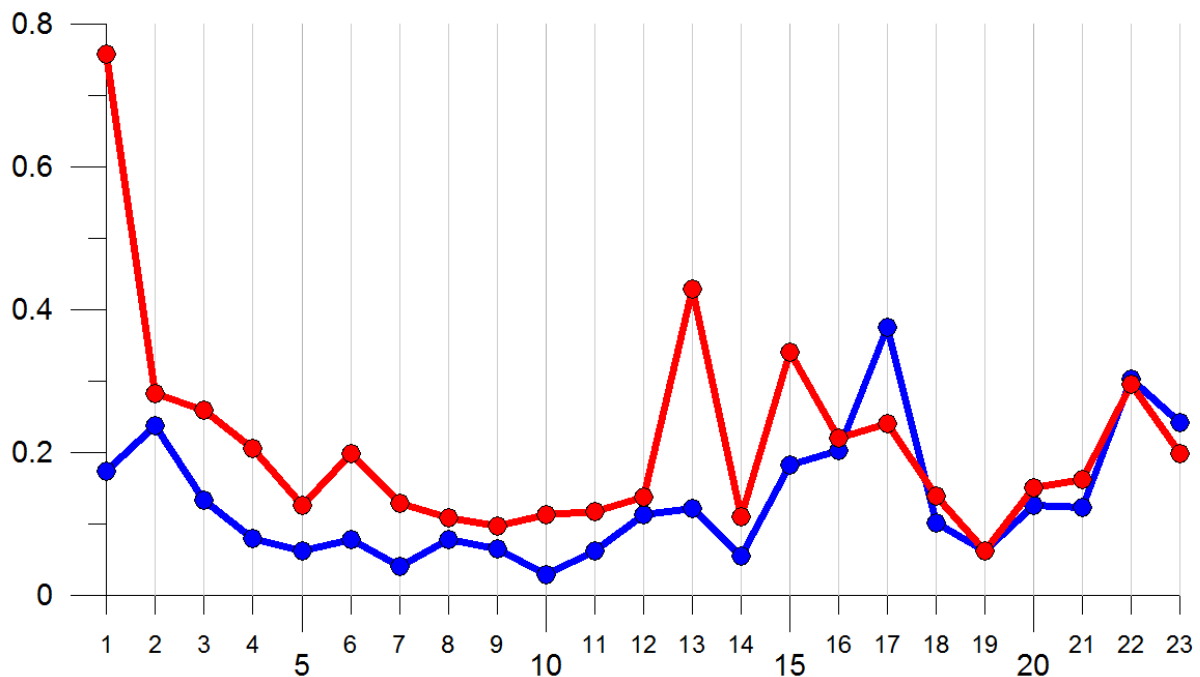


Рис. 59. Максимальные амплитуды, рассчитанные в защищаемых пунктах 6-й подобласти с использованием пятнадцатисекундной батиметрии для источника 84-10d с магнитудой 8.4 (красный цвет). Для сравнения синим цветом изображены результаты расчета в глобальной области с использованием одноминутной батиметрии.

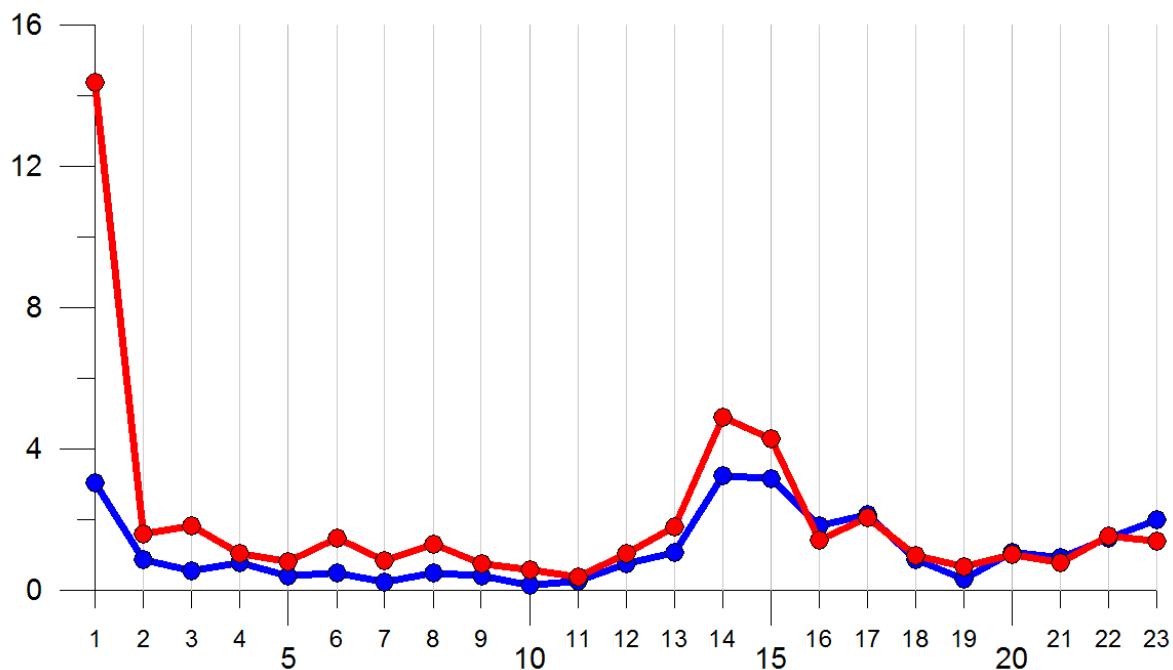


Рис. 60. Рис. 53. Максимальные амплитуды, рассчитанные в защищаемых пунктах 6-й подобласти с использованием пятнадцатисекундной батиметрии для источника 90-4d с магнитудой 9.0 (красный цвет). Для сравнения синим цветом изображены результаты расчета в глобальной области с использованием однойсекундной батиметрии.

## 7. Заключение

Результаты расчетов передаются Заказчику в виде Баз данных, структура и содержание которых подробно изложены в отчетах по контрактам 2007 – 2009 гг. Для каждой расчетной подобласти сформирована отдельная база данных. Численные представления картин свечения – максимальные и минимальные распределения высот волн за все время расчета – находятся в соответствующих разделах баз данных.