

Российская академия наук  
Сибирское отделение  
Институт вычислительных технологий

"УТВЕРЖДАЮ"  
Директор ИВТ СО РАН

академик \_\_\_\_\_ Ю. И. Шокин

03 августа 2007 года

**«Расчет высот волн цунами для защищаемых пунктов  
Курило-Камчатского региона»**

**ВТОРОЙ  
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-07 от 22 марта 2007 г.)

Руководитель работ

г.н.с., д.ф.-м.н., профессор

\_\_\_\_\_ Л. Б. Чубаров

Новосибирск, 2007 г.

Исполнители:

ст.н.с., к.ф.-м.н.

аспирант

аспирант

аспирант

З.И.Федотова

В.В.Бабайлов

С.А.Бейзель

С.В.Елецкий

1. Введение .....	4
2. Защищаемые пункты .....	7
3. Исторические сведения .....	19
4. Концепция конструирования набора модельных источников .....	21
5. Расчетная область «Камчатка» .....	25
6. Параметры модельных цунамигенных землетрясений и соответствующие смещения свободной поверхности океана .....	25
7. Алгоритмическое обеспечение .....	38
Функциональности первой версии программы .....	38
8. О структуре Базы данных .....	39
Базы данных .....	39
Структуры хранилища .....	40
9. Структура папок проекта .....	44
10. Процедура импорта .....	45
11. Форматы .....	47
Бинарный формат grd-файла .....	47
12. Реализация проекта .....	47
13. Примеры представления результатов, хранящихся в Базе данных .....	48

## **1. Введение**

Содержание второго промежуточного информационного отчета, согласно календарному плану, непосредственно связано с созданной на втором этапе выполнения работ по Контракту методологией разработки базы данных о проявлении волн цунами для каждого защищаемого пункта побережья Камчатки. Исполнителями проекта предложена совокупность технологических приемов, изложены принципы, опыт и результаты их реализации.

В соответствии с Техническим заданием Заказчику передается База данных «Цунамирайонирование Камчатки», предназначенная для хранения, просмотра и импорта в текстовый формат информации о проявлениях цунами, вызванных набором модельных цунамигенных землетрясений, в расчетных мареографах, привязанных к набору защищаемых пунктов.

Эта База данных является фрагментом информационной системы и обеспечивает работу в так называемом «пользовательском» режиме, который предполагает фиксацию набора защищаемых пунктов, фиксацию набора модельных землетрясений, фиксацию расчетной области, соответствующей расчетной сетки с равными шагами по обоим пространственным переменным, фиксацию набора параметров вычислительного алгоритма, фиксированные математические модели расчета начального возмущения и динамических характеристик трансформирующейся в ходе распространения волны.

Проектируемая компонента поддержки «исследовательского» режима будет обеспечивать возможности замены акватории, списка защищаемых пунктов, множества модельных землетрясений, математических моделей, отдельных компонент вычислительных алгоритмов и т.п.

Такое разделение функциональностей полностью соответствует принятой концепции развития алгоритмической и системной поддержки национальной системы предупреждения о цунами в РФ, согласно которой работа по математическому численному моделированию цунами выполняется соответствующими специалистами по заказу других служб, а результаты моделирования передаются заказчикам в согласованной и удобной для последующего использования форме.

Разумность такого разделения обязанностей была подтверждена в ходе выполнения настоящей работы, потребовавшей в ряде случаев применения весьма изощренных вычислительных технологических приемов.

Таким образом, База данных «Цунамирайонирование Камчатки» предназначена для информационного обеспечения оценки вероятного проявления волн цунами в ходе

выполнения процедур экспертных оценок динамического воздействия волн цунами, выполняемых национальной системой предупреждения о цунами.

Для выполнения этих оценок будут использованы дополнительные алгоритмы аппроксимации данных, основанные на методах и приемах искусственного интеллекта. Разработка таких алгоритмов выполняется в рамках других контрактов и не входит в перечень задач, поставленных перед Исполнителем.

Предполагается также изучение возможностей сопряжения созданного таким образом синтетического каталога с каталогом исторических сведений, а также с информацией, поступающей в оперативном режиме от датчиков системы гидрофизического мониторинга поверхности океана.

Методология выполнения работ включала следующие технологические этапы.

1. Исполнителями определена акватория, прилегающая к п-ву Камчатка, и, содержащая зоны возможных цунамигенных землетрясений. Утверждена расчетная область «Камчатка».
2. Утвержден перечень защищаемых пунктов.
3. Определены точки установки расчетных мареографов, отождествляемые с каждым из защищаемых пунктов. Эти мареографы установлены в ближайших к защищаемым пунктам прибрежных точках. Определены глубины в точках установки мареографов, оценены отклонения их географических координат от координат защищаемых пунктов. Как правило, такие отклонения не превышают 2-3 минут и могут считаться вполне допустимыми. Исключением является защищаемый пункт «Петропавловский маяк», положение которого, указанное в Техническом задании, не позволяет однозначно сопоставить ему расчетный мареограф. Для оценки пространственной устойчивости характеристик проявления волн в окрестности каждого мареографа определены по 4 его соседних (два «слева», два «справа»), Мареограммы определялись в основном мареографе (защищаемый пункт) и в каждом из соседних. Работа в этой части выполняется путем сопоставления экспертных оценок с применением «внешнего» программного обеспечения из класса геоинформационных систем.
4. На основе изучения сейсмотектонической обстановки расчетной области «Камчатка» акватории определена схема возможного размещения модельных землетрясений.

5. Предложена и утверждена совокупность модельных цунамигенных землетрясений, основанная на модели Подъяпольского-Гусякова-Окады. Эта работа также потребовала привлечения дополнительных экспертных оценок.
6. Создана система вычислительных и общесистемных алгоритмов для серийного расчета начальных возмущений свободной поверхности, порожденных модельными землетрясениями. Система предназначена для использования в «исследовательском» режиме.
7. Выполнена модификация вычислительных алгоритмов для расчета трансформации волн цунами от области источника возмущения вплоть до линии берега, эта модификация включала адаптацию к особенностям рельефа дна акватории и к особенностям геометрии береговых границ. Совокупность вычислительных алгоритмов включает различные их версии для оценки адекватности результатов моделирования и степени их устойчивости относительно учета донного и поверхностного трения, сферичности Земли, дивергентной и недивергентной формы записи уравнений математической модели, учета нелинейных эффектов и т.п.
8. Создана система управляющих алгоритмов, обеспечивающая организацию и проведения серийных расчетов распространения волны цунами. Вычислительные и управляющие алгоритмы также предназначены для реализации «исследовательского» режима.
9. Реализована система управления данными, обеспечивающая обработку «сырых» расчетных материалов – мареограмм, по которым определяются:

- **для каждого модельного землетрясения**

- максимальные значения уровня свободной поверхности в каждом защищаемом пункте,
- минимальные значения уровня свободной поверхности в каждом защищаемом пункте,
- размах волны – полусуммы максимальных и минимальных значений уровня в каждом защищаемом пункте;

Для каждого землетрясения определяются времена наступления максимума и минимума, а также имя (индекс) защищаемого пункта, в котором такие значения были определены.

- **для каждого защищаемого пункта**

- максимальные значения уровня свободной поверхности, порожденные каждым модельным землетрясением,

– минимальные значения уровня свободной поверхности, порожденные каждым модельным землетрясением,

– размах волны – полу суммы максимальных и минимальных значений уровня, порожденные каждым модельным землетрясением;

Для каждого защищаемого пункта определяются времена наступления максимума и минимума, а также имя (индекс) землетрясения, породившего эти экстремальные значения.

После необходимых и достаточно трудоемких вычислительных экспериментов, позволивших выделить трудности вычислительного моделирования и пути разрешения отмеченных проблем, было принято решения о проведении двух независимых серий производственных расчетов – на основе линейной и нелинейной моделей мелкой воды. При этом использовалась недивергентная версия алгоритма, обладающая большим запасом устойчивости, аппроксимирующая уравнения теории мелкой воды в сферической системе координат.

10. Выполнен большой объем производственных расчетов, в ходе которых были определены мареограммы в защищаемых пунктах и в их «соседях». Рассчитаны перечисленные выше характеристики (максимальные, минимальные значения, размах колебаний). Производственные расчеты проводились в «исследовательском» режиме с использованием специализированного рабочего места моделирования цунами, созданного в ходе выполнения контрактных работ 2006 г.

11. Создан достаточно простой и, в то же время гибкий, интерфейс, обеспечивающий доступ к перечисленной выше информации. Информация представляется в текстовом и графическом видах, в дальнейшем будет создан графический интерфейс не только для представления результатов, но и для навигации, для управления процессами.

Отчет состоит из основного текста (52 стр.) и 6 приложений, в него включены 13 таблиц и 44 рисунка. Собственно база данных передается Заказчику в виде соответствующего набора файлов данных и программного обеспечения, обеспечивающего доступ к необходимой информации.

## **2. Защищаемые пункты**

В приведенной ниже таблице 1 перечислены указанные Заказчиком *защищаемые пункты*, их «исходные» географические координаты, их целочисленные координаты в терминах номеров узлов выбранного Исполнителем фрагмента 1-минутной сетки,

соответствующие им физические координаты, отклонение этих значений от «исходных» и значения глубин. Анализ таблицы показывает, что выбранная детальность расчета позволила достаточно точно аппроксимировать локализацию защищаемых пунктов за исключением пункта «Петропавловский маяк».

Расположение защищаемых пунктов представлено также на рисунке 1.

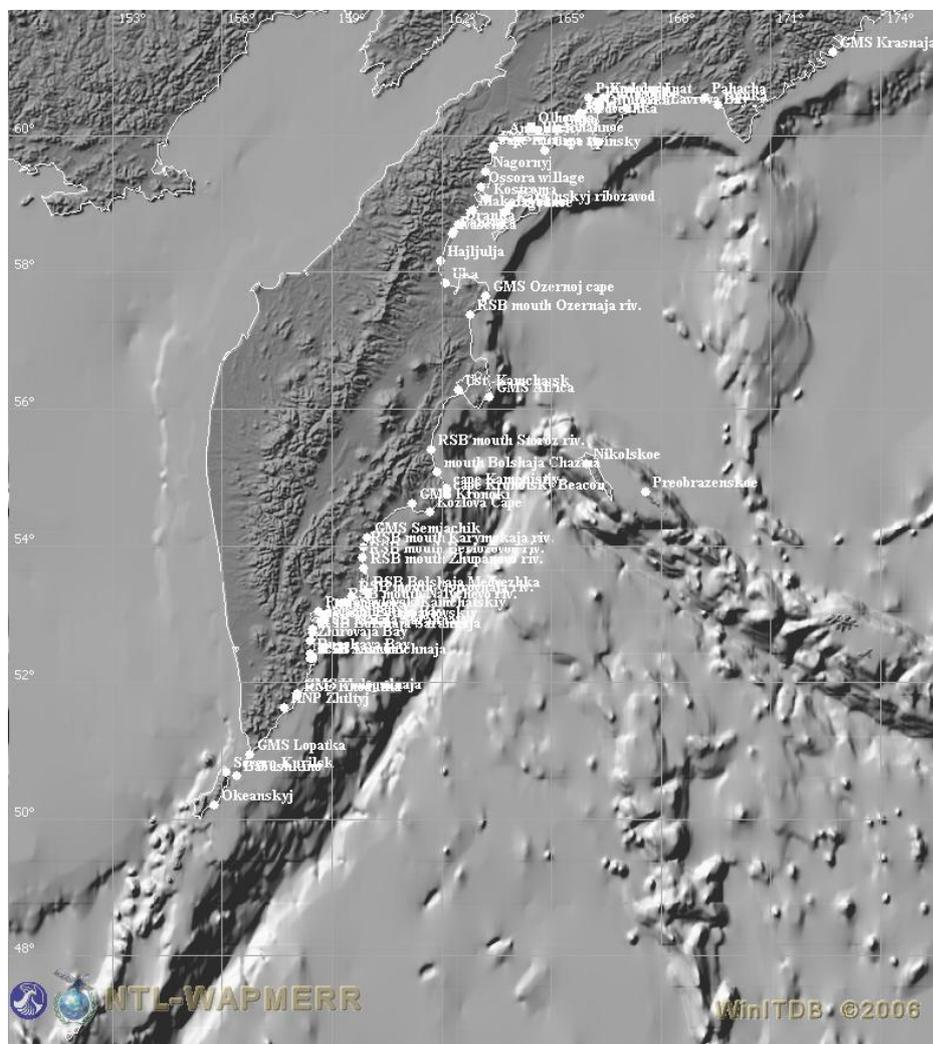


Рисунок 1. Карта расположения защищаемых пунктов на побережье Камчатки.

Таблица 1

Таблица защищаемых пунктов

N	name	Phi-0	Psi-0	phi	psi	i	j	D-ij
1	Okeanskij (o. Paramushir)	155.8	50.2	155.8167	50.2	350	313	9.72549
2	g. Severo-Kuril'sk	156.2	50.68	156.2	50.66667	373	341	6.021956
3	Babushkino (o. Shumshu)	156.42	50.63	156.4167	50.63333	386	339	3.901256
4	GMS m. Lopatka	156.67	50.87	156.6667	50.86667	401	353	2.141599
5	KNP m. Zheltyj	157.7	51.63	157.7	51.55	463	394	4
6	? GMS Vodopadnaja	158.07	51.83	158.0833	51.8	486	409	13.2549
7	RSB buhta Hodutka	158.08	51.77	158.0833	51.8	486	409	13.2549
8	RSB buhta Asacha	158.3	52.13	158.3167	52.11667	500	428	6.362921
9	RSB buhta Zhirovaja	158.43	52.6	158.4333	52.6	507	457	3.058824
10	Buhta Russkaja (mys Vhodnoj)	158.5	52.43	158.5	52.43333	511	447	2.005988
11	RSB buhta Listvinichnaja (mys Povorotnyj)	158.57	52.33	158.5667	52.33333	515	441	5.921569
12	RSB buhta Bol'shaja Sarannaja (mys Sarannyj)	158.57	52.77	158.5667	52.76667	515	467	2.005988
13	g. Petropavlovsk-Kamchatskij	158.58	53.02	158.5833	53.03333	516	483	1.972056

14vhod v Avachin. Buhtu (Mys majachnyj)	158.7	52.9	158.7	52.88333	523	474	1.952096
<b>15Petropavlovskij majak</b>	<b>158.72</b>	<b>53.02</b>	<b>158.7</b>	<b>53.01667</b>	<b>523</b>	<b>482</b>	<b>-160.293</b>
16byvshee selo Halaktyrka	158.87	53	158.8667	53	533	481	0.941176
17RSB ust'e r. Nalychevo	159.25	53.02	159.25	53.15	556	490	1
18RSB ust'e r. Ostrovnaja	159.55	53.25	159.55	53.23333	574	495	1.982036
19RSB ust'e r. Berezovaja	159.85	53.83	159.85	53.81667	592	530	1.001996
20RSB ust'e r. Zhupanovo	159.87	53.67	159.8667	53.68889	593	522	2.980392
21RSB ust'e r. Karymskaja	159.88	53.97	159.9167	53.96667	596	539	1.929553
22RSB buhta Bol'shaja Medvezhka	159.95	53.33	159.95	53.33333	598	501	12.01597
23GMS Semjachik	159.98	54.1	160	54.1	601	547	4
24Kordon Zhupanovo	159.98	54.12	160	54.16667	601	548	2.003992
25GMS Kronoki /buhta Ol'ga/	161.2	54.62	161.1667	54.56667	671	575	7.049196
26Mys Kozlova	161.7	54.5	161.7167	54.5	704	571	1
27RSB ust'e r. Storozh	161.73	55.4	161.7333	55.4	705	625	1.039216
28Ust'e r. Bol'shaja Chazhma	161.87	55.07	161.8667	55.08333	713	606	0.693906
29Selo Hajjulja	162	58.15	162.0167	58.15	722	790	4.843137
30Majak mys Kronockij	162.13	54.75	162.15	54.75	730	586	10
31Selo Uka	162.14	57.92	162.1167	57.88333	728	774	0.970764
32Mys Kamenistyj	162.15	54.83	162.15	54.83333	730	591	0.934132
33Selo Ivaschka	162.27	58.54	162.2833	58.51667	738	812	6.045204
34Selo Pankara	162.34	58.6	162.3333	58.6	741	816	2.052836
35Ust'Kamchatsk	162.47	56.27	162.4667	56.21667	749	674	0.97276
36Selo Dranka	162.58	58.76	162.5833	58.75	756	826	5.039216
37Selo Makar'evskoe	162.74	58.86	162.75	58.81667	766	830	3.005988
38RSB ust'e r. Ozernaja	162.78	57.37	162.8	57.35	769	742	6
39Ossora	163.08	59.3	163.0833	59.25	786	856	3.039216
40Poselok Ossora	163.09	59.3	163.0833	59.25	786	856	3.039216
41Selo Tymlat	163.2	59.48	163.2	59.5	793	871	2
42Selo Kostroma	163.21	59.17	163.2167	59.16667	794	851	2.968416
43Selo Nagornyj	163.22	59.49	163.2167	59.5	794	871	1.019608
44GMS mys Ozernoj	163.23	57.6	163.2333	57.6	795	757	10.2549
45? GMS m. Afrika	163.33	56.27	163.35	56.26667	802	677	12.99601
46Selo Krasnoe	163.45	59.85	163.45	59.83333	808	891	5.97006
47Ust'e r. Kichiga	163.51	59.78	163.4667	59.83333	809	891	7.930844
48Selo Jagodnoe	163.55	58.86	163.6667	58.71667	821	824	5.9973
49Selo Anapka	163.75	59.94	163.7667	59.93333	827	897	3.860749
50Karaginskij ostr. rybozavod	163.87	58.97	163.85	58.96667	832	839	2.972056
51Poselok Il'pyskij	164.28	59.97	164.2833	59.96667	858	899	3.019608
52Selo Ol'hovaja	164.45	60.07	164.45	60.1	868	907	3
53Selo Peschanoe	164.66	59.9	164.6667	60	881	901	4
54Mys Il'pinskij	164.88	59.73	164.8833	59.78333	894	888	6.978044
55Selo Geka	165.25	60.08	165.25	60.08333	916	906	2.96008
56Selo Vyvenka	165.51	60.13	165.5167	60.18333	932	912	2.873664
57Selo Medvezhka	165.75	60.28	165.75	60.25	946	916	4
58Nikol'skoe	165.98	55.2	165.9667	55.18333	959	612	4.025244
59Korf	166	60.37	166	60.35	961	922	3
60Selo Oljutorka	166.1	60.31	166	60.35	961	922	3
61Selo Telichiki	166.11	60.44	166.1167	60.41667	968	926	3.001996
62Selo Kultushino	166.26	60.47	166.2667	60.45	977	928	4.960784
63GMS buhta Lavrova	167.09	60.33	167.1	60.31667	1027	920	3.003992
64Selo Preobrazhenskoe	167.58	54.78	167.5833	54.78333	1056	588	1.04356
65Poselok Pahacha	169.22	60.54	169.2167	60.55	1154	934	1.019608
66Apuka	169.62	60.39	169.6333	60.41667	1179	926	5.005988
67GMS Krasnaja	172.76	61.24	172.7667	61.21667	1367	974	7.992368

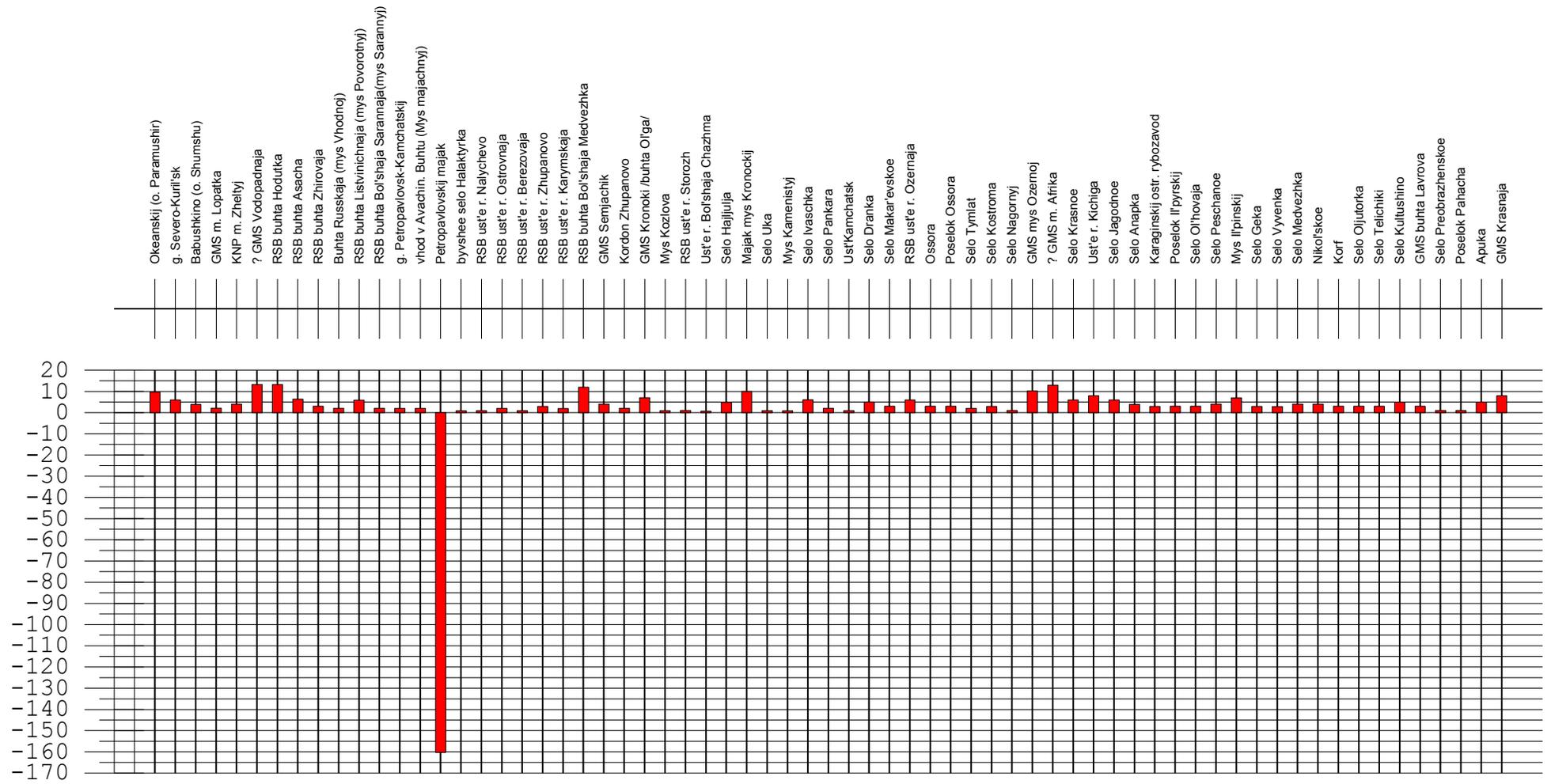


Рисунок 2. Распределении глубин под мареографами, соответствующими защищаемым пунктам

Как было указано во Введении, для каждого защищаемого пункта помимо основного мареографа были определены «соседние» мареографы. Цель этого шага очевидна – получить возможность для оценки пространственной устойчивости результатов моделирования. Полная совокупность мареографов приведена в таблице 2, где в каждой группе третий мареограф соответствует защищаемому пункту, а первый-второй, четвертый-пятый – его соседям. В последнем столбце указан целочисленный индекс, привязывающий каждую группу соседних мареографов к соответствующему защищаемому пункту. Информация, представленная в таблицах 1, 2 и на рисунках 1, 2 содержится в файлах

На рисунке 2 указаны значения глубин по всей совокупности расчетных мареографов.

**Таблица 2**

Таблица защищаемых пунктов с соседями

N	name	Phi-0	Psi-0	phi	psi	i	j	D-ij	
1	Okeanskij (o. Paramushir)	155.8	50.2	155.7833	50.18333	348	312	3.994599	1
2	Okeanskij (o. Paramushir)	155.8	50.2	155.8	50.18333	349	312	7.976048	1
3	Okeanskij (o. Paramushir)	155.8	50.2	155.8167	50.2	350	313	9.725491	1
4	Okeanskij (o. Paramushir)	155.8	50.2	155.8167	50.21667	350	314	5.341317	1
5	Okeanskij (o. Paramushir)	155.8	50.2	155.8333	50.21667	351	314	9.013619	1
6	g. Severo-Kuril'sk	156.2	50.68	156.1667	50.68333	371	342	9.760362	2
7	g. Severo-Kuril'sk	156.2	50.68	156.1833	50.66667	372	341	8.963133	2
8	g. Severo-Kuril'sk	156.2	50.68	156.2	50.66667	373	341	6.021956	2
9	g. Severo-Kuril'sk	156.2	50.68	156.2167	50.8	374	349	14.01961	2
10	g. Severo-Kuril'sk	156.2	50.68	156.2333	50.63333	375	339	22.87366	2
11	Babushkino (o. Shumshu)	156.42	50.63	156.3833	50.61667	384	338	8.147235	3
12	Babushkino (o. Shumshu)	156.42	50.63	156.4	50.63333	385	339	0.96008	3
13	Babushkino (o. Shumshu)	156.42	50.63	156.4167	50.63333	386	339	3.901256	3
14	Babushkino (o. Shumshu)	156.42	50.63	156.4167	50.65	386	340	2.568627	3
15	Babushkino (o. Shumshu)	156.42	50.63	156.45	50.66667	388	341	19.00599	3
16	GMS m. Lopatka	156.67	50.87	156.6667	50.9	401	355	9.058824	4
17	GMS m. Lopatka	156.67	50.87	156.65	50.88333	400	354	9.005988	4
18	GMS m. Lopatka	156.67	50.87	156.6667	50.86667	401	353	2.141599	4
19	GMS m. Lopatka	156.67	50.87	156.6833	50.86667	402	353	4.161207	4
20	GMS m. Lopatka	156.67	50.87	156.7	50.86667	403	353	11.02395	4
21	KNP m. Zheltyj	157.7	51.63	157.6667	51.53333	461	393	5.860749	5
22	KNP m. Zheltyj	157.7	51.63	157.6833	51.53333	462	393	4.009628	5
23	KNP m. Zheltyj	157.7	51.63	157.7	51.55	463	394	4	5
24	KNP m. Zheltyj	157.7	51.63	157.7167	51.53333	464	393	10.88036	5
25	KNP m. Zheltyj	157.7	51.63	157.7333	51.53333	465	393	17.02654	5
26	? GMS Vodopadnaja	158.07	51.83	158.05	51.78333	484	408	8.918163	6
27	? GMS Vodopadnaja	158.07	51.83	158.0667	51.78333	485	408	14.80052	6
28	? GMS Vodopadnaja	158.07	51.83	158.0833	51.8	486	409	13.2549	6
29	? GMS Vodopadnaja	158.07	51.83	158.1	51.8	487	409	26	6
30	? GMS Vodopadnaja	158.07	51.83	158.1167	51.81667	488	410	9.167899	6
31	RSB buhta Hodutka	158.08	51.77	158.05	51.78333	484	408	8.918163	7
32	RSB buhta Hodutka	158.08	51.77	158.0667	51.78333	485	408	14.80052	7
33	RSB buhta Hodutka	158.08	51.77	158.0833	51.8	486	409	13.2549	7
34	RSB buhta Hodutka	158.08	51.77	158.1	51.8	487	409	26	7

35 RSB buhta Hodutka	158.08	51.77	158.1167	51.81667	488	410	9.167899	7
36 RSB buhta Asacha	158.3	52.13	158.3333	52.06667	501	425	17.21169	8
37 RSB buhta Asacha	158.3	52.13	158.3333	52.08333	501	426	25.39016	8
38 RSB buhta Asacha	158.3	52.13	158.3167	52.11667	500	428	6.362921	8
39 RSB buhta Asacha	158.3	52.13	158.3167	52.13333	500	429	-11.7621	8
40 RSB buhta Asacha	158.3	52.13	158.3333	52.15	501	430	-27.9216	8
41 RSB buhta Zhirovaja	158.43	52.6	158.4667	52.58333	509	456	10.30316	9
42 RSB buhta Zhirovaja	158.43	52.6	158.45	52.6	508	457	6	9
43 RSB buhta Zhirovaja	158.43	52.6	158.4333	52.6	507	457	3.058824	9
44 RSB buhta Zhirovaja	158.43	52.6	158.4333	52.61667	507	458	2.007984	9
45 RSB buhta Zhirovaja	158.43	52.6	158.4333	52.63333	507	459	0.685922	9
46 Buhta Russkaja (mys Vhodnoj)	158.5	52.43	158.5333	52.41667	513	446	0.874252	10
47 Buhta Russkaja (mys Vhodnoj)	158.5	52.43	158.5167	52.43333	512	447	3.966772	10
48 Buhta Russkaja (mys Vhodnoj)	158.5	52.43	158.5	52.43333	511	447	2.005988	10
49 Buhta Russkaja (mys Vhodnoj)	158.5	52.43	158.4833	52.43333	510	447	2	10
50 Buhta Russkaja (mys Vhodnoj)	158.5	52.43	158.4833	52.45	510	448	2.058824	10
51 RSB buhta Listvinichnaja (mys Povorotnyj)	158.57	52.33	158.5667	52.3	515	439	21	11
52 RSB buhta Listvinichnaja (mys Povorotnyj)	158.57	52.33	158.5833	52.31667	516	440	19.25361	11
53 RSB buhta Listvinichnaja (mys Povorotnyj)	158.57	52.33	158.5667	52.33333	515	441	5.921568	11
54 RSB buhta Listvinichnaja (mys Povorotnyj)	158.57	52.33	158.55	52.33333	514	441	2	11
55 RSB buhta Listvinichnaja (mys Povorotnyj)	158.57	52.33	158.5333	52.33333	513	441	2	11
56 RSB buhta Bol'shaja Sarannaja(mys Sarannyj)	158.57	52.77	158.5333	52.76667	513	467	7.096395	12
57 RSB buhta Bol'shaja Sarannaja(mys Sarannyj)	158.57	52.77	158.55	52.76667	514	467	11.01796	12
58 RSB buhta Bol'shaja Sarannaja(mys Sarannyj)	158.57	52.77	158.5667	52.76667	515	467	13.95714	12
59 RSB buhta Bol'shaja Sarannaja(mys Sarannyj)	158.57	52.77	158.5833	52.78333	516	468	2	12
60 RSB buhta Bol'shaja Sarannaja(mys Sarannyj)	158.57	52.77	158.5667	52.8	515	469	0.803922	12
61 g. Petropavlovsk-Kamchatskij	158.58	53.02	158.55	53.05	514	484	2	13
62 g. Petropavlovsk-Kamchatskij	158.58	53.02	158.5667	53.03333	515	483	2.035224	13
63 g. Petropavlovsk-Kamchatskij	158.58	53.02	158.5833	53.03333	516	483	1.972056	13
64 g. Petropavlovsk-Kamchatskij	158.58	53.02	158.6	53.03333	517	483	1.94012	13
65 g. Petropavlovsk-Kamchatskij	158.58	53.02	158.6167	53.01667	518	482	1.021604	13
66 vhad v Avachin. Buhtu (Mys majachnyj)	158.7	52.9	158.6833	52.91667	522	476	1.494188	14
67 vhad v Avachin. Buhtu (Mys majachnyj)	158.7	52.9	158.6833	52.9	522	475	1.529412	14
68 vhad v Avachin. Buhtu (Mys majachnyj)	158.7	52.9	158.7	52.88333	523	474	1.952096	14
69 vhad v Avachin. Buhtu (Mys majachnyj)	158.7	52.9	158.7167	52.88333	524	474	0.971704	14
70 vhad v Avachin. Buhtu (Mys majachnyj)	158.7	52.9	158.7333	52.88333	525	474	3.130562	14
71 Petropavlovskij majak	158.72	53.02	158.7	53.01667	523	482	-160.293	15
72 Petropavlovskij majak	158.72	53.02	158.7	53.01667	523	482	-160.293	15
73 Petropavlovskij majak	158.72	53.02	158.7	53.01667	523	482	-160.293	15
74 Petropavlovskij majak	158.72	53.02	158.7	53.01667	523	482	-160.293	15
75 Petropavlovskij majak	158.72	53.02	158.7	53.01667	523	482	-160.293	15
76 byvshee selo Halaktyrka	158.87	53	158.8333	52.98333	531	480	1.070447	16
77 byvshee selo Halaktyrka	158.87	53	158.85	52.98333	532	480	4.986028	16
78 byvshee selo Halaktyrka	158.87	53	158.8667	53	533	481	0.941177	16
79 byvshee selo Halaktyrka	158.87	53	158.8833	53.01667	534	482	1.00998	16
80 byvshee selo Halaktyrka	158.87	53	158.9	53.01667	535	482	1.00998	16
81 RSB ust'e r. Nalychevo	159.25	53.02	159.2167	53.13333	554	489	2.934836	17
82 RSB ust'e r. Nalychevo	159.25	53.02	159.2333	53.13333	555	489	6.044851	17
83 RSB ust'e r. Nalychevo	159.25	53.02	159.25	53.13333	556	489	8.984032	17
84 RSB ust'e r. Nalychevo	159.25	53.02	159.2667	53.15	557	490	1	17
85 RSB ust'e r. Nalychevo	159.25	53.02	159.2833	53.15	558	490	3.039216	17
86 RSB ust'e r. Ostrovnaja	159.55	53.25	159.5167	53.21667	572	494	4.029588	18

87 RSB ust'e r. Ostrovnaja	159.55	53.25	159.5333	53.23333	573	495	1.001644	18
88 RSB ust'e r. Ostrovnaja	159.55	53.25	159.55	53.23333	574	495	1.982036	18
89 RSB ust'e r. Ostrovnaja	159.55	53.25	159.5667	53.23333	575	495	4.923213	18
90 RSB ust'e r. Ostrovnaja	159.55	53.25	159.5833	53.23333	576	495	9.074087	18
91 RSB ust'e r. Berezovaja	159.85	53.83	159.85	53.78333	592	528	2.998004	19
92 RSB ust'e r. Berezovaja	159.85	53.83	159.85	53.8	592	529	2	19
93 RSB ust'e r. Berezovaja	159.85	53.83	159.85	53.81667	592	530	1.001996	19
94 RSB ust'e r. Berezovaja	159.85	53.83	159.8667	53.83333	593	531	4.876365	19
95 RSB ust'e r. Berezovaja	159.85	53.83	159.8667	53.85	593	532	3.843137	19
96 RSB ust'e r. Zhupanovo	159.87	53.67	159.9	53.66667	595	521	1.99002	20
97 RSB ust'e r. Zhupanovo	159.87	53.67	159.8833	53.66667	594	521	1.99002	20
98 RSB ust'e r. Zhupanovo	159.87	53.67	159.8667	53.68333	593	522	2.980392	20
99 RSB ust'e r. Zhupanovo	159.87	53.67	159.85	53.68333	592	522	2	20
100 RSB ust'e r. Zhupanovo	159.87	53.67	159.85	53.7	592	523	2	20
101 RSB ust'e r. Karymskaja	159.88	53.97	159.9	53.93333	595	537	2.992016	21
102 RSB ust'e r. Karymskaja	159.88	53.97	159.9167	53.95	596	538	5.862745	21
103 RSB ust'e r. Karymskaja	159.88	53.97	159.9167	53.96667	596	539	1.929553	21
104 RSB ust'e r. Karymskaja	159.88	53.97	159.9333	53.98333	597	540	4.068451	21
105 RSB ust'e r. Karymskaja	159.88	53.97	159.95	54	598	541	5	21
106 RSB buhta Bol'shaja Medvezhka	159.95	53.33	159.9833	53.31667	600	500	4.239286	22
107 RSB buhta Bol'shaja Medvezhka	159.95	53.33	159.9667	53.33333	599	501	8.094399	22
108 RSB buhta Bol'shaja Medvezhka	159.95	53.33	159.95	53.33333	598	501	12.01597	22
109 RSB buhta Bol'shaja Medvezhka	159.95	53.33	159.9333	53.33333	597	501	17.87437	22
110 RSB buhta Bol'shaja Medvezhka	159.95	53.33	159.9167	53.33333	596	501	7.236821	22
111 GMS Semjachik	159.98	54.1	159.9833	54.06667	600	545	4.082423	23
112 GMS Semjachik	159.98	54.1	160	54.08333	601	546	5.996008	23
113 GMS Semjachik	159.98	54.1	160	54.1	601	547	4	23
114 GMS Semjachik	159.98	54.1	160	54.11667	601	548	2.003992	23
115 GMS Semjachik	159.98	54.1	160	54.13333	601	549	1.992016	23
116 Kordon Zhupanovo	159.98	54.12	160	54.08333	601	546	5.996008	24
117 Kordon Zhupanovo	159.98	54.12	160	54.1	601	547	4	24
118 Kordon Zhupanovo	159.98	54.12	160	54.11667	601	548	2.003992	24
119 Kordon Zhupanovo	159.98	54.12	160	54.13333	601	549	1.992016	24
120 Kordon Zhupanovo	159.98	54.12	160.0167	54.15	602	550	0.941177	24
121 GMS Kronoki /buhta Ol'ga/	161.2	54.62	161.1333	54.58333	669	576	2.822355	25
122 GMS Kronoki /buhta Ol'ga/	161.2	54.62	161.15	54.58333	670	576	2.854291	25
123 GMS Kronoki /buhta Ol'ga/	161.2	54.62	161.1667	54.56667	671	575	7.049196	25
124 GMS Kronoki /buhta Ol'ga/	161.2	54.62	161.1833	54.56667	672	575	4.335681	25
125 GMS Kronoki /buhta Ol'ga/	161.2	54.62	161.1833	54.55	672	574	6.490196	25
126 Mys Kozlova	161.7	54.5	161.6833	54.5	702	571	2.960784	26
127 Mys Kozlova	161.7	54.5	161.7	54.5	703	571	1	26
128 Mys Kozlova	161.7	54.5	161.7167	54.5	704	571	1	26
129 Mys Kozlova	161.7	54.5	161.7333	54.5	705	571	19.5098	26
130 Mys Kozlova	161.7	54.5	161.75	54.51667	706	572	4.081836	26
131 RSB ust'e r. Storozh	161.73	55.4	161.75	55.36667	706	623	2.996008	27
132 RSB ust'e r. Storozh	161.73	55.4	161.7333	55.38333	705	624	1.039216	27
133 RSB ust'e r. Storozh	161.73	55.4	161.7333	55.4	705	625	1.039216	27
134 RSB ust'e r. Storozh	161.73	55.4	161.7167	55.4	704	625	0.901961	27
135 RSB ust'e r. Storozh	161.73	55.4	161.7167	55.41667	704	626	0.764706	27
136 Ust'e r. Bol'shaja Chazhma	161.87	55.07	161.9	55.08333	715	606	4.017964	28
137 Ust'e r. Bol'shaja Chazhma	161.87	55.07	161.8833	55.08333	714	606	4.990372	28
138 Ust'e r. Bol'shaja Chazhma	161.87	55.07	161.8667	55.08333	713	606	0.693906	28

139	Ust'e r. Bol'shaja Chazhma	161.87	55.07	161.8667	55.1	713	607	4.509804	28
140	Ust'e r. Bol'shaja Chazhma	161.87	55.07	161.85	55.11667	712	608	2.954092	28
141	Selo Hajjulja	162	58.15	162.0167	58.11667	722	788	4.882353	29
142	Selo Hajjulja	162	58.15	162.0167	58.13333	722	789	5.841141	29
143	Selo Hajjulja	162	58.15	162.0167	58.15	722	790	4.843137	29
144	Selo Hajjulja	162	58.15	162.0333	58.16667	723	791	7.06082	29
145	Selo Hajjulja	162	58.15	162.05	58.18333	724	792	7.996008	29
146	Majak mys Kronockij	162.13	54.75	162.1167	54.73333	728	585	9.493484	30
147	Majak mys Kronockij	162.13	54.75	162.1333	54.73333	729	585	18.17142	30
148	Majak mys Kronockij	162.13	54.75	162.15	54.75	730	586	10	30
149	Majak mys Kronockij	162.13	54.75	162.15	54.75	730	586	10	30
150	Majak mys Kronockij	162.13	54.75	162.15	54.75	730	586	10	30
151	Selo Uka	162.14	57.92	162.1333	57.85	729	772	2.019608	31
152	Selo Uka	162.14	57.92	162.1333	57.86667	729	773	2.03722	31
153	Selo Uka	162.14	57.92	162.1167	57.88333	728	774	0.970764	31
154	Selo Uka	162.14	57.92	162.1	57.9	727	775	4	31
155	Selo Uka	162.14	57.92	162.0833	57.9	726	775	5.960784	31
156	Mys Kamenistyj	162.15	54.83	162.1167	54.81667	728	590	1.465187	32
157	Mys Kamenistyj	162.15	54.83	162.1333	54.83333	729	591	1.754843	32
158	Mys Kamenistyj	162.15	54.83	162.15	54.83333	730	591	0.934132	32
159	Mys Kamenistyj	162.15	54.83	162.1667	54.85	731	592	7.215686	32
160	Mys Kamenistyj	162.15	54.83	162.15	54.83333	730	591	0.934132	32
161	Selo Ivaschka	162.27	58.54	162.25	58.48333	736	810	5.97006	33
162	Selo Ivaschka	162.27	58.54	162.2667	58.5	737	811	5.705883	33
163	Selo Ivaschka	162.27	58.54	162.2833	58.51667	738	812	6.045204	33
164	Selo Ivaschka	162.27	58.54	162.3	58.53333	739	813	3.996008	33
165	Selo Ivaschka	162.27	58.54	162.3	58.55	739	814	2	33
166	Selo Pankara	162.34	58.6	162.3	58.55	739	814	2	34
167	Selo Pankara	162.34	58.6	162.3167	58.56667	740	815	1.945168	34
168	Selo Pankara	162.34	58.6	162.3333	58.58333	741	816	2.052835	34
169	Selo Pankara	162.34	58.6	162.35	58.6	742	817	2	34
170	Selo Pankara	162.34	58.6	162.3667	58.6	743	817	5.921568	34
171	Ust'Kamchatsk	162.47	56.27	162.4333	56.2	747	673	3.058824	35
172	Ust'Kamchatsk	162.47	56.27	162.45	56.2	748	673	6	35
173	Ust'Kamchatsk	162.47	56.27	162.4667	56.21667	749	674	0.97276	35
174	Ust'Kamchatsk	162.47	56.27	162.4833	56.21667	750	674	1.084772	35
175	Ust'Kamchatsk	162.47	56.27	162.5	56.21667	751	674	4.025948	35
176	Selo Dranka	162.58	58.76	162.55	58.73333	754	825	3.99002	36
177	Selo Dranka	162.58	58.76	162.5667	58.75	755	826	2.921569	36
178	Selo Dranka	162.58	58.76	162.5833	58.75	756	826	5.039216	36
179	Selo Dranka	162.58	58.76	162.6	58.75	757	826	7	36
180	Selo Dranka	162.58	58.76	162.6167	58.76667	758	827	3.894329	36
181	Selo Makar'evskoe	162.74	58.86	162.7167	58.8	764	829	2.823529	37
182	Selo Makar'evskoe	162.74	58.86	162.7333	58.8	765	829	4.039216	37
183	Selo Makar'evskoe	162.74	58.86	162.75	58.81667	766	830	3.005988	37
184	Selo Makar'evskoe	162.74	58.86	162.7667	58.81667	767	830	3.007984	37
185	Selo Makar'evskoe	162.74	58.86	162.7833	58.81667	768	830	5.0472	37
186	RSB ust'e r. Ozernaja	162.78	57.37	162.7833	57.31667	768	740	4.080427	38
187	RSB ust'e r. Ozernaja	162.78	57.37	162.7833	57.33333	768	741	4.044851	38
188	RSB ust'e r. Ozernaja	162.78	57.37	162.8	57.35	769	742	6	38
189	RSB ust'e r. Ozernaja	162.78	57.37	162.8167	57.36667	770	743	5.790302	38
190	RSB ust'e r. Ozernaja	162.78	57.37	162.8333	57.38333	771	744	3.928144	38

191 Ossora	163.08	59.3	163.0833	59.21667	786	854	4.017612	39
192 Ossora	163.08	59.3	163.0833	59.23333	786	855	4.03722	39
193 Ossora	163.08	59.3	163.0833	59.25	786	856	3.039216	39
194 Ossora	163.08	59.3	163.1	59.25	787	856	5	39
195 Ossora	163.08	59.3	163.1167	59.26667	788	857	2.831513	39
196 Poselok Ossora	163.09	59.3	163.0833	59.21667	786	854	4.017612	40
197 Poselok Ossora	163.09	59.3	163.0833	59.23333	786	855	4.03722	40
198 Poselok Ossora	163.09	59.3	163.0833	59.25	786	856	3.039216	40
199 Poselok Ossora	163.09	59.3	163.1	59.25	787	856	5	40
200 Poselok Ossora	163.09	59.3	163.1167	59.26667	788	857	2.831513	40
201 Selo Tymlat	163.2	59.48	163.2333	59.5	795	871	1	41
202 Selo Tymlat	163.2	59.48	163.2167	59.5	794	871	1.019608	41
203 Selo Tymlat	163.2	59.48	163.2	59.5	793	871	2	41
204 Selo Tymlat	163.2	59.48	163.2167	59.51667	794	872	1.93918	41
205 Selo Tymlat	163.2	59.48	163.2333	59.53333	795	873	2	41
206 Selo Kostroma	163.21	59.17	163.25	59.13333	796	849	1.001996	42
207 Selo Kostroma	163.21	59.17	163.2333	59.15	795	850	2	42
208 Selo Kostroma	163.21	59.17	163.2167	59.16667	794	851	2.968416	42
209 Selo Kostroma	163.21	59.17	163.2	59.16667	793	851	1.972056	42
210 Selo Kostroma	163.21	59.17	163.1833	59.16667	792	851	1.972056	42
211 Selo Nagornyj	163.22	59.49	163.25	59.48333	796	870	1	43
212 Selo Nagornyj	163.22	59.49	163.2333	59.5	795	871	1	43
213 Selo Nagornyj	163.22	59.49	163.2167	59.5	794	871	1.019608	43
214 Selo Nagornyj	163.22	59.49	163.2	59.5	793	871	2	43
215 Selo Nagornyj	163.22	59.49	163.2167	59.51667	794	872	1.93918	43
216 GMS mys Ozernoj	163.23	57.6	163.2	57.56667	793	755	13.02794	44
217 GMS mys Ozernoj	163.23	57.6	163.2167	57.58333	794	756	4.887284	44
218 GMS mys Ozernoj	163.23	57.6	163.2333	57.6	795	757	10.2549	44
219 GMS mys Ozernoj	163.23	57.6	163.25	57.61667	796	758	15.01597	44
220 GMS mys Ozernoj	163.23	57.6	163.25	57.63333	796	759	10.99401	44
221 ? GMS m. Afrika	163.33	56.27	163.35	56.23333	802	675	10.002	45
222 ? GMS m. Afrika	163.33	56.27	163.35	56.25	802	676	11	45
223 ? GMS m. Afrika	163.33	56.27	163.35	56.26667	802	677	12.99601	45
224 ? GMS m. Afrika	163.33	56.27	163.35	56.28333	802	678	10.90818	45
225 ? GMS m. Afrika	163.33	56.27	163.3667	56.3	803	679	19.90196	45
226 Selo Krasnoe	163.45	59.85	163.4167	59.8	806	889	4.882353	46
227 Selo Krasnoe	163.45	59.85	163.4333	59.81667	807	890	6.058824	46
228 Selo Krasnoe	163.45	59.85	163.45	59.83333	808	891	5.97006	46
229 Selo Krasnoe	163.45	59.85	163.4667	59.83333	809	891	7.930844	46
230 Selo Krasnoe	163.45	59.85	163.4833	59.85	810	892	4.960784	46
231 Ust'e r. Kichiga	163.51	59.78	163.4333	59.81667	807	890	6.058824	47
232 Ust'e r. Kichiga	163.51	59.78	163.45	59.83333	808	891	5.97006	47
233 Ust'e r. Kichiga	163.51	59.78	163.4667	59.83333	809	891	7.930844	47
234 Ust'e r. Kichiga	163.51	59.78	163.4833	59.85	810	892	4.960784	47
235 Ust'e r. Kichiga	163.51	59.78	163.5	59.85	811	892	3	47
236 Selo Jagodnoe	163.55	58.86	163.7	58.75	823	826	7	48
237 Selo Jagodnoe	163.55	58.86	163.6833	58.73333	822	825	6.77269	48
238 Selo Jagodnoe	163.55	58.86	163.6667	58.71667	821	824	5.9973	48
239 Selo Jagodnoe	163.55	58.86	163.65	58.71667	820	824	7.98004	48
240 Selo Jagodnoe	163.55	58.86	163.6333	58.7	819	823	5.843137	48
241 Selo Anapka	163.75	59.94	163.7333	59.9	825	895	7.019608	49
242 Selo Anapka	163.75	59.94	163.75	59.91667	826	896	6.003992	49

243 Selo Anapka	163.75	59.94	163.7667	59.93333	827	897	3.860749	49
244 Selo Anapka	163.75	59.94	163.7667	59.95	827	898	1.882353	49
245 Selo Anapka	163.75	59.94	163.7833	59.95	828	898	3.019608	49
246 Karaginskij ostr. rybozavod	163.87	58.97	163.8833	58.98333	834	840	1.843137	50
247 Karaginskij ostr. rybozavod	163.87	58.97	163.8667	59.13333	833	849	5	50
248 Karaginskij ostr. rybozavod	163.87	58.97	163.85	58.96667	832	839	2.972056	50
249 Karaginskij ostr. rybozavod	163.87	58.97	163.8333	58.95	831	838	3.705882	50
250 Karaginskij ostr. rybozavod	163.87	58.97	163.8167	58.95	830	838	7	50
251 Poselok Il'pyrskij	164.28	59.97	164.25	59.96667	856	899	3.001996	51
252 Poselok Il'pyrskij	164.28	59.97	164.2667	59.96667	857	899	3.001996	51
253 Poselok Il'pyrskij	164.28	59.97	164.2833	59.96667	858	899	3.019608	51
254 Poselok Il'pyrskij	164.28	59.97	164.3	59.98333	859	900	1.986028	51
255 Poselok Il'pyrskij	164.28	59.97	164.3167	59.98333	860	900	1.986028	51
256 Selo Ol'hovaja	164.45	60.07	164.4167	60.1	866	907	1.941176	52
257 Selo Ol'hovaja	164.45	60.07	164.4333	60.1	867	907	2.019608	52
258 Selo Ol'hovaja	164.45	60.07	164.45	60.1	868	907	3	52
259 Selo Ol'hovaja	164.45	60.07	164.4667	60.08333	869	906	5.994012	52
260 Selo Ol'hovaja	164.45	60.07	164.4833	60.08333	870	906	4.950452	52
261 Selo Peschanoe	164.66	59.9	164.6333	60	879	901	4	53
262 Selo Peschanoe	164.66	59.9	164.65	60	880	901	4	53
263 Selo Peschanoe	164.66	59.9	164.6667	60	881	901	4	53
264 Selo Peschanoe	164.66	59.9	164.6833	60	882	901	2.901961	53
265 Selo Peschanoe	164.66	59.9	164.7	59.98333	883	900	5.984032	53
266 Mys Il'pinskij	164.88	59.73	164.85	59.78333	892	888	3.922156	54
267 Mys Il'pinskij	164.88	59.73	164.8667	59.78333	893	888	6.863332	54
268 Mys Il'pinskij	164.88	59.73	164.8833	59.78333	894	888	6.978044	54
269 Mys Il'pinskij	164.88	59.73	164.9	59.8	895	889	4	54
270 Mys Il'pinskij	164.88	59.73	164.9167	59.8	896	889	4.980392	54
271 Selo Geka	165.25	60.08	165.2167	60.06667	914	905	2.980392	55
272 Selo Geka	165.25	60.08	165.2333	60.06667	915	905	4.041212	55
273 Selo Geka	165.25	60.08	165.25	60.08333	916	906	2.96008	55
274 Selo Geka	165.25	60.08	165.2667	60.08333	917	906	3.940472	55
275 Selo Geka	165.25	60.08	165.2833	60.08333	918	906	5.986028	55
276 Selo Vyvenka	165.51	60.13	165.4833	60.18333	930	912	2.87566	56
277 Selo Vyvenka	165.51	60.13	165.5	60.16667	931	911	8.00998	56
278 Selo Vyvenka	165.51	60.13	165.5167	60.18333	932	912	2.873664	56
279 Selo Vyvenka	165.51	60.13	165.5333	60.18333	933	912	5.005636	56
280 Selo Vyvenka	165.51	60.13	165.55	60.18333	934	912	5.982036	56
281 Selo Medvezhka	165.75	60.28	165.7167	60.23333	944	915	3.9265	57
282 Selo Medvezhka	165.75	60.28	165.7333	60.25	945	916	3.019608	57
283 Selo Medvezhka	165.75	60.28	165.75	60.25	946	916	4	57
284 Selo Medvezhka	165.75	60.28	165.7667	60.25	947	916	4.980392	57
285 Selo Medvezhka	165.75	60.28	165.7833	60.26667	948	917	3.0472	57
286 Nikol'skoe	165.98	55.2	165.9333	55.2	957	613	1.941176	58
287 Nikol'skoe	165.98	55.2	165.95	55.18333	958	612	5.986028	58
288 Nikol'skoe	165.98	55.2	165.9667	55.18333	959	612	4.025244	58
289 Nikol'skoe	165.98	55.2	165.9833	55.16667	960	611	9.955149	58
290 Nikol'skoe	165.98	55.2	166	55.16667	961	611	7.013972	58
291 Korf	166	60.37	165.9667	60.35	959	922	1.941176	59
292 Korf	166	60.37	165.9833	60.35	960	922	2.019608	59
293 Korf	166	60.37	166	60.35	961	922	3	59
294 Korf	166	60.37	166.0167	60.36667	962	923	1.945168	59

295 Korf	166	60.37	166.0333	60.38333	963	924	2.01362	59
296 Selo Oljutorka	166.1	60.31	165.9667	60.35	959	922	1.941176	60
297 Selo Oljutorka	166.1	60.31	165.9833	60.35	960	922	2.019608	60
298 Selo Oljutorka	166.1	60.31	166	60.35	961	922	3	60
299 Selo Oljutorka	166.1	60.31	166.0167	60.36667	962	923	1.945168	60
300 Selo Oljutorka	166.1	60.31	166.0333	60.38333	963	924	2.01362	60
301 Selo Telichiki	166.11	60.44	166.0833	60.41667	966	926	2.021604	61
302 Selo Telichiki	166.11	60.44	166.1	60.41667	967	926	3.001996	61
303 Selo Telichiki	166.11	60.44	166.1167	60.41667	968	926	3.001996	61
304 Selo Telichiki	166.11	60.44	166.1333	60.41667	969	926	3.001996	61
305 Selo Telichiki	166.11	60.44	166.15	60.41667	970	926	3.001996	61
306 Selo Kultushino	166.26	60.47	166.2333	60.45	975	928	2.019608	62
307 Selo Kultushino	166.26	60.47	166.25	60.45	976	928	3	62
308 Selo Kultushino	166.26	60.47	166.2667	60.45	977	928	4.960784	62
309 Selo Kultushino	166.26	60.47	166.2833	60.45	978	928	6	62
310 Selo Kultushino	166.26	60.47	166.3	60.45	979	928	6	62
311 GMS buhta Lavrova	167.09	60.33	167.0667	60.3	1025	919	1.254902	63
312 GMS buhta Lavrova	167.09	60.33	167.0833	60.3	1026	919	3.039216	63
313 GMS buhta Lavrova	167.09	60.33	167.1	60.31667	1027	920	3.003992	63
314 GMS buhta Lavrova	167.09	60.33	167.1	60.33333	1027	921	1	63
315 GMS buhta Lavrova	167.09	60.33	167.1	60.35	1027	922	1	63
316 Selo Preobrazhenskoe	167.58	54.78	167.6167	54.78333	1058	588	11.84185	64
317 Selo Preobrazhenskoe	167.58	54.78	167.6	54.78333	1057	588	2.037924	64
318 Selo Preobrazhenskoe	167.58	54.78	167.5833	54.78333	1056	588	1.04356	64
319 Selo Preobrazhenskoe	167.58	54.78	167.5667	54.8	1055	589	5.901961	64
320 Selo Preobrazhenskoe	167.58	54.78	167.55	54.8	1054	589	1	64
321 Poselok Pahacha	169.22	60.54	169.1833	60.55	1152	934	2	65
322 Poselok Pahacha	169.22	60.54	169.2	60.55	1153	934	2	65
323 Poselok Pahacha	169.22	60.54	169.2167	60.55	1154	934	1.019608	65
324 Poselok Pahacha	169.22	60.54	169.2333	60.55	1155	934	1	65
325 Poselok Pahacha	169.22	60.54	169.25	60.55	1156	934	1	65
326 Apuka	169.62	60.39	169.6	60.43333	1177	927	2.98004	66
327 Apuka	169.62	60.39	169.6167	60.45	1178	928	-7	66
328 Apuka	169.62	60.39	169.6333	60.41667	1179	926	5.005988	66
329 Apuka	169.62	60.39	169.65	60.41667	1180	926	5.005988	66
330 Apuka	169.62	60.39	169.6667	60.41667	1181	926	3.0472	66
331 GMS Krasnaja	172.76	61.24	172.7333	61.21667	1365	974	5.049196	67
332 GMS Krasnaja	172.76	61.24	172.75	61.21667	1366	974	7.00998	67
333 GMS Krasnaja	172.76	61.24	172.7667	61.21667	1367	974	7.992368	67
334 GMS Krasnaja	172.76	61.24	172.7833	61.23333	1368	975	5.949043	67
335 GMS Krasnaja	172.76	61.24	172.8	61.25	1369	976	5	67

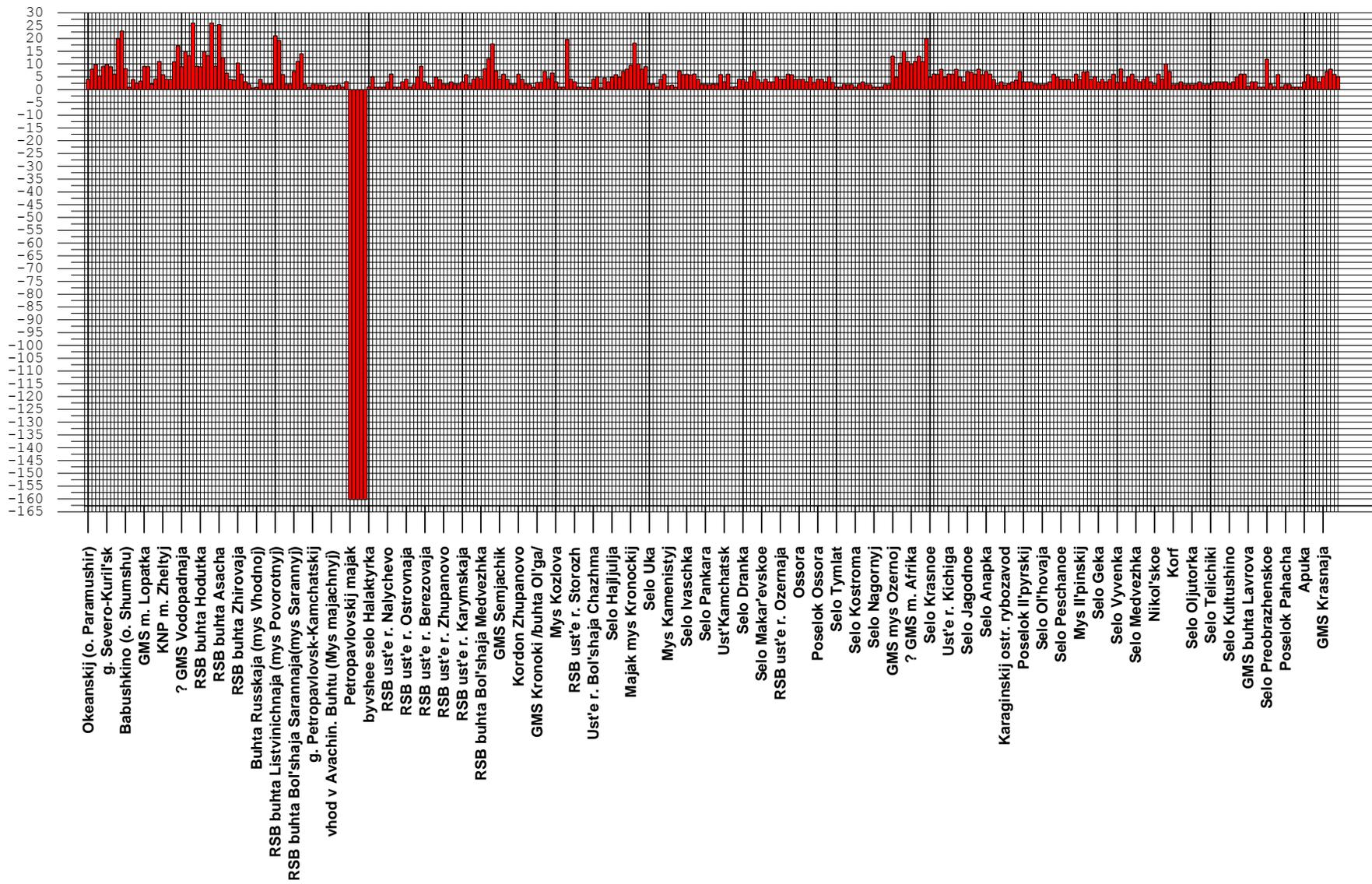


Рисунок 3. Распределение глубин по всей совокупности мареографов – основных и соседних.

### 3. Исторические сведения

Выбор расчетной области и конструирование набора модельных цунамигенных землетрясений был осуществлен на основе анализа доступных исторических сведений и экспертных оценок сейсмотектонической обстановки исследуемого региона. На рисунке 4 изображена карта сейсмичности и очагов исторических цунами. В приложении 1 приведена таблица известных исторических землетрясений вблизи п-ва Камчатка. Имя файла, содержащего это приложение – 1\_List\_Eartquakes.doc

Эта таблица получена с использованием последней версии информационной системы WinITDB, в столбцах таблицы указаны дата события (Year, Mon, Day, Hour, Min, Sec) координаты его гипоцентра (Lat, Lon), его глубина (Depth) и магнитуда (Ms).

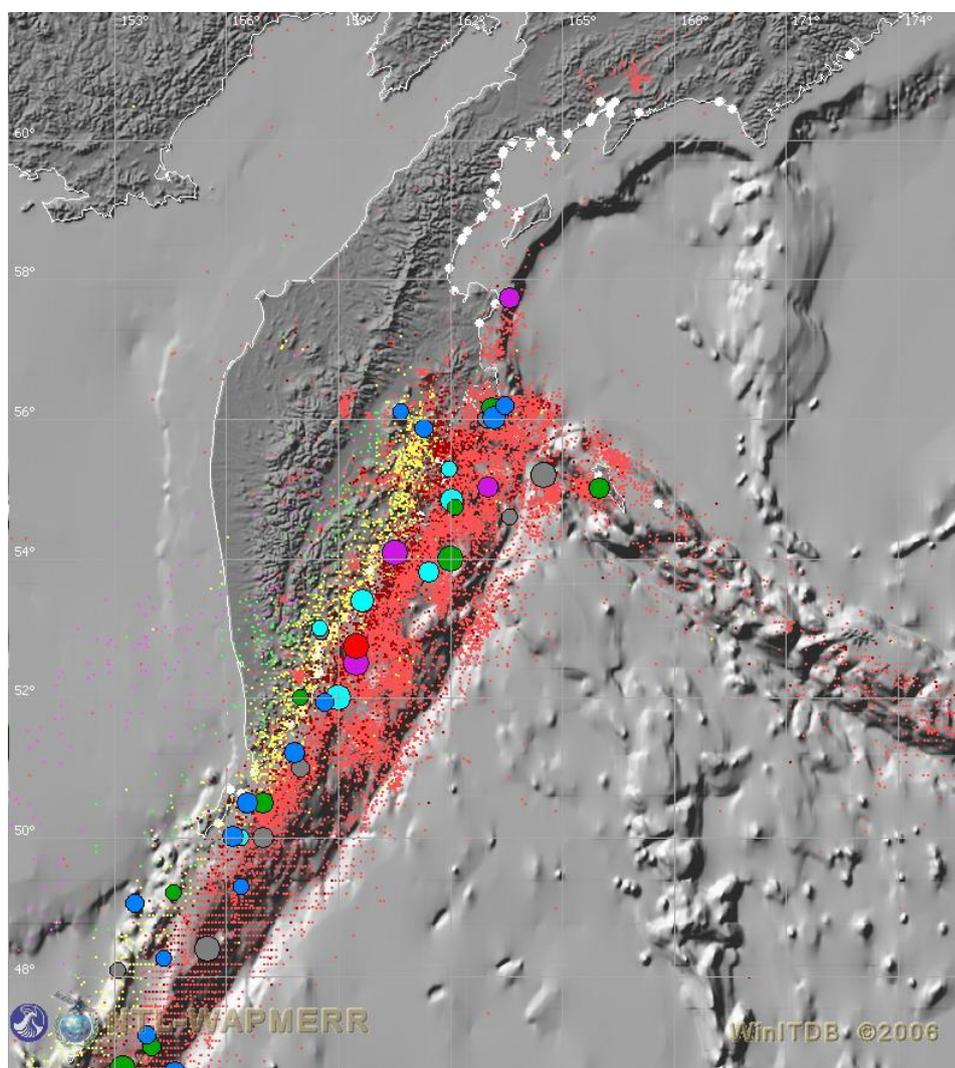


Рисунок 4. Карта сейсмичности и очагов исторических цунами

Рисунки 5 и 6, также построенные с использованием инструментария системы WinITDB, представляют по отдельности распределения землетрясений (рис. 5) и цунами (рис. 6), на последнем изображена также известные из хроник высоты волн в отдельных

пунктах побережья. Соответствующая тестовая информация содержится в приложениях 2 (2\_List\_Tsunamis.doc) и 3 (3\_List\_TsunamiWaveHights.doc).

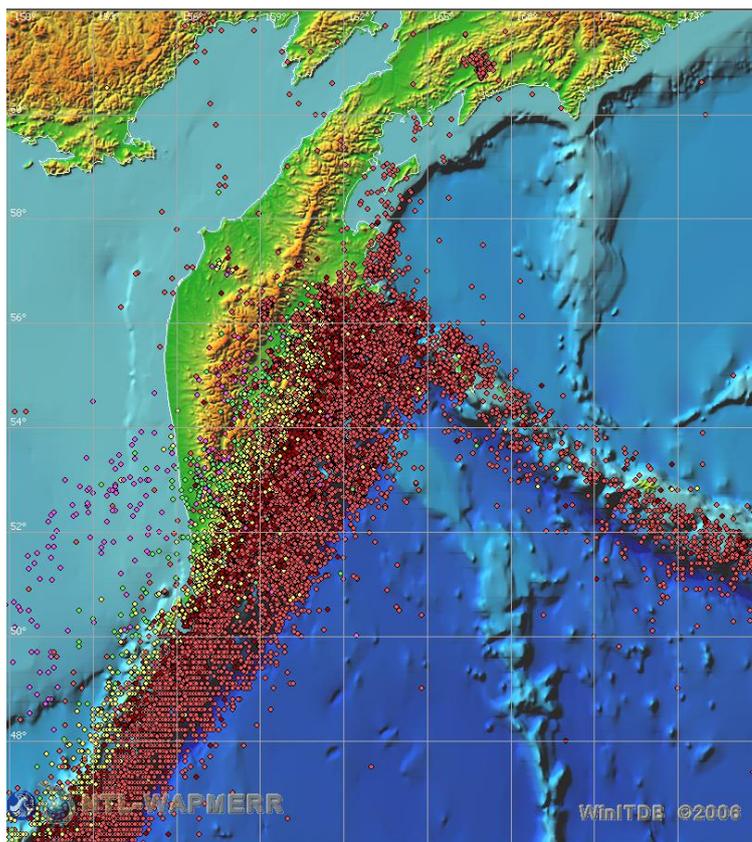


Рисунок 5.

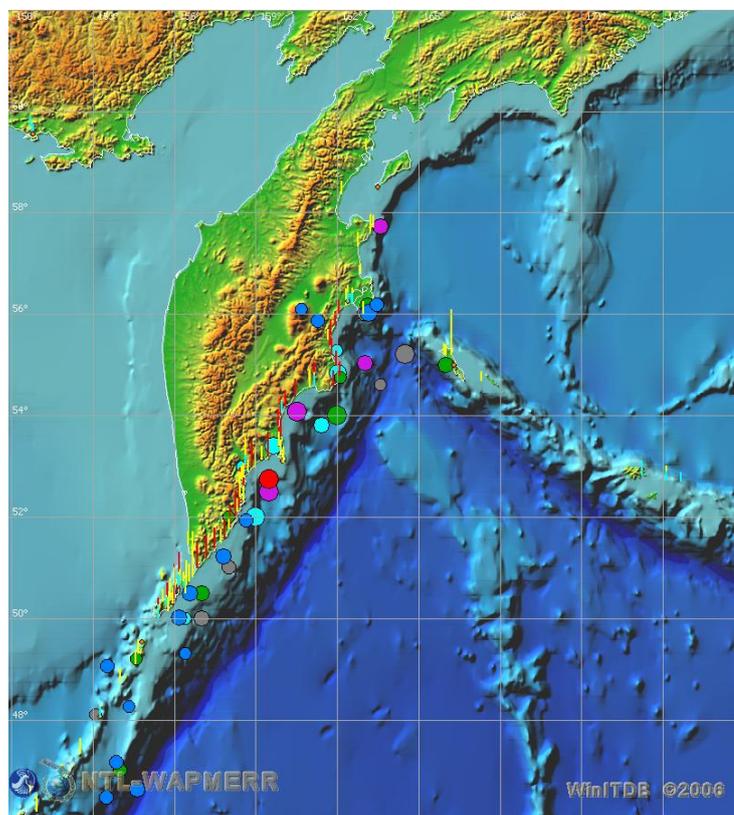


Рисунок 6.

#### 4. Концепция конструирования набора модельных источников

На основе этого предварительного анализа и с привлечением специалистов-сейсмологов, хорошо знаешь специфику рассматриваемого региона (А.Гусев), была выделена зона вероятного расположения критических очагов цунами и предложены наборы их параметров (рисунок 7).

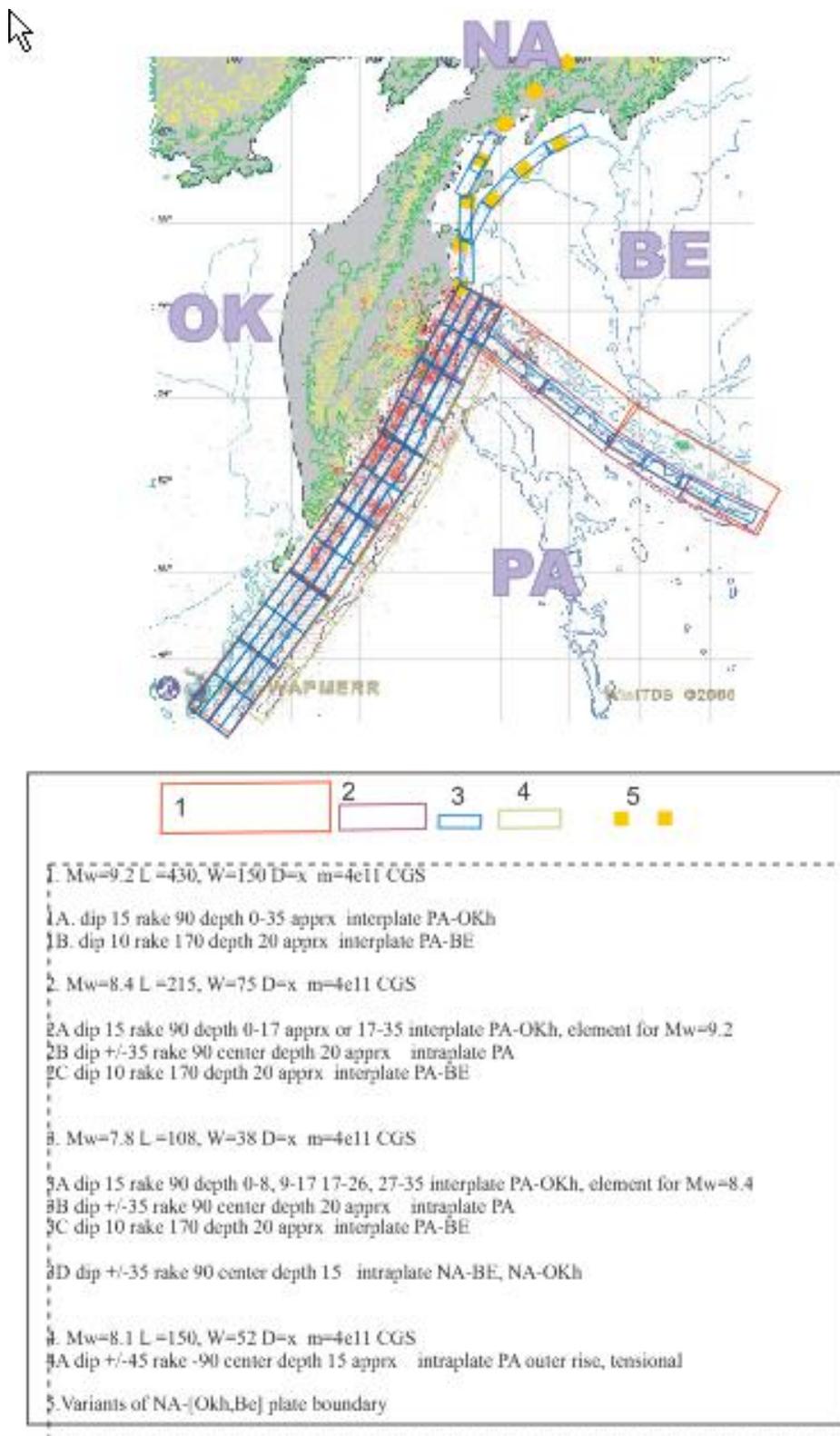


Рисунок 7. Схема размещения модельных землетрясений.

Как следует из рисунка и соответствующей ему легенды, были выделены четыре группы модельных землетрясений, различающихся по магнитудам – 7.8, 8.1, 8.4, 9.0. Размещение каждой из этих групп приведены на рисунках 8 – 11. Каждая из этих групп Принимая за основу методику, близкую японской, разработчики приступили к серьезной работе по адаптации этой методики к специфическим условиям Камчатки т особенностям локальной сейсмо-тектонической обстановки.

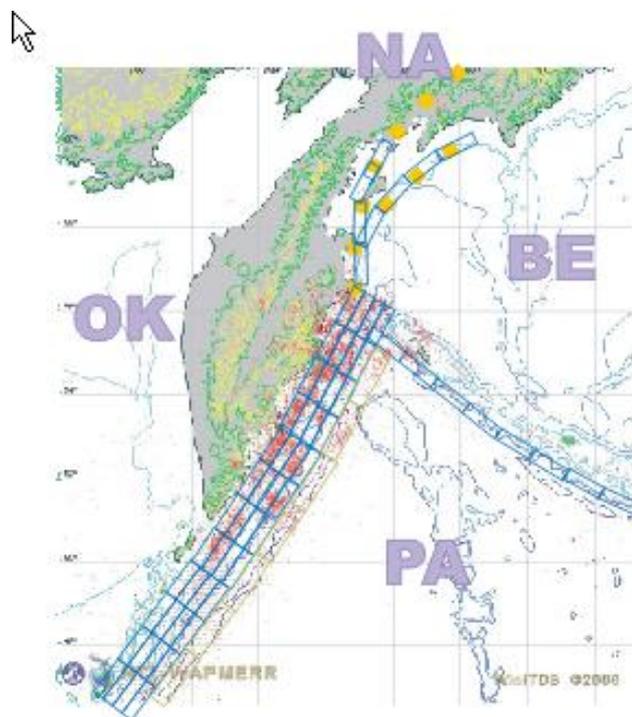


Рисунок 8. Схема размещения модельных землетрясений с магнитудой 7.8.

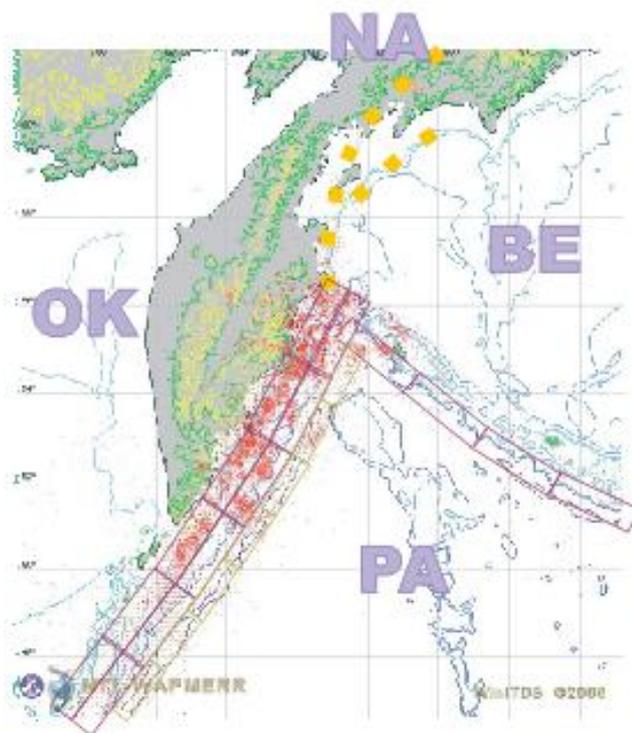


Рисунок 9. Схема размещения модельных землетрясений с магнитудой 8.1.

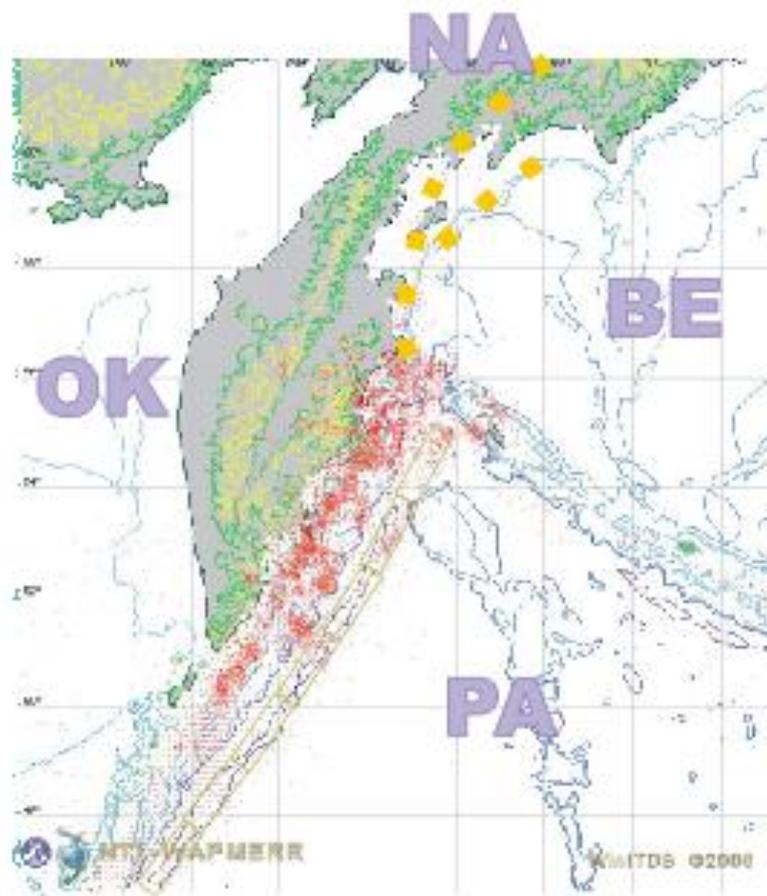


Рисунок 10. Схема размещения модельных землетрясений с магнитудой 8.4.

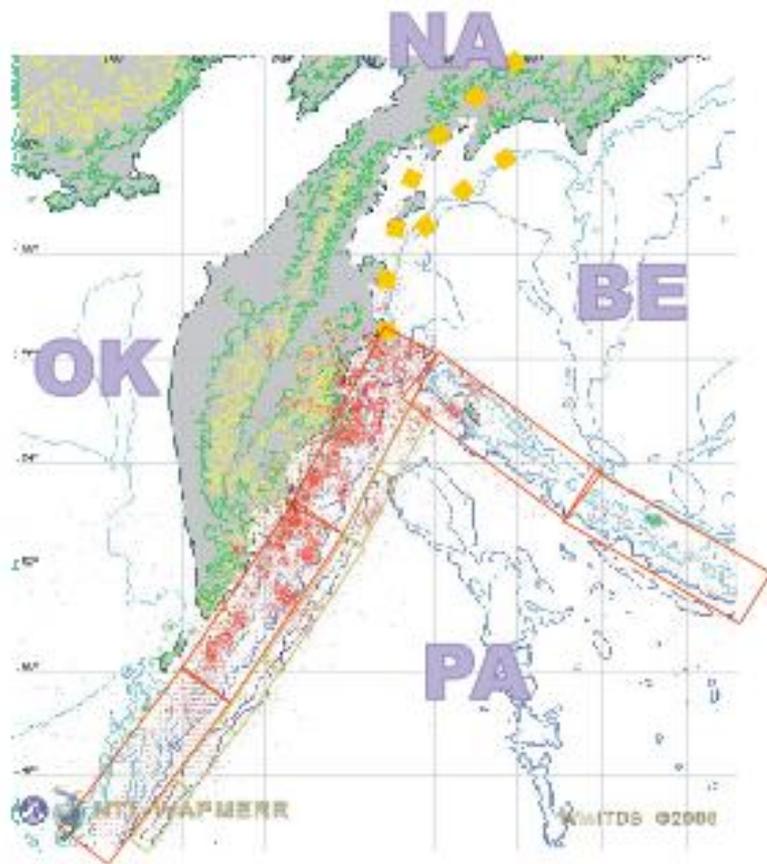


Рисунок 11. Схема размещения модельных землетрясений с магнитудой 9.0.

Как уже было указано в предыдущем отчете, в качестве модели очага используется модель В.К.Гусякова, разработанная им в середине 1970-х годов и успешно зарекомендовавшая себя в многочисленных прикладных и фундаментальных исследованиях. Безусловным достоинством модели В.К.Гусякова является непосредственное участие разработчика в проекте, а следовательно и доступность кодов, гибкость настроек алгоритмов и программы, понимание существа дела и следующая из этого надежность принятого подхода.

Для расчета источника начального возмущения для каждого из цунамигенных землетрясений задавался стандартный набор параметров, определяющих начальное смещение поверхности океана над реальным рельефом дна от пространственной дислокационной модели очага землетрясения. Такая модель характеризуется семью основными параметрами:

- Длиной разрыва  $L$  (км),
- Шириной разрыва  $W$  (км),
- Глубиной верхнего края разрыва  $d$  (км),
- Азимутом простираия разрыва  $\psi$ ,
- Углом падения разрыва  $\delta$ ,
- Направлением подвижки в плоскости разрыва  $\lambda$ ,
- Величиной подвижки  $D$ (м).

Значения параметров  $L$ ,  $W$ ,  $D$ , углы  $\delta$  и  $\lambda$  на основе информации, полученной из экспертных оценок, инструментально определенная глубина гипоцентра считается соответствующей середине разлома, угол  $\psi$  принимается равным углу простираия глубоководной впадины или ориентации береговой линии в районе очага землетрясения.

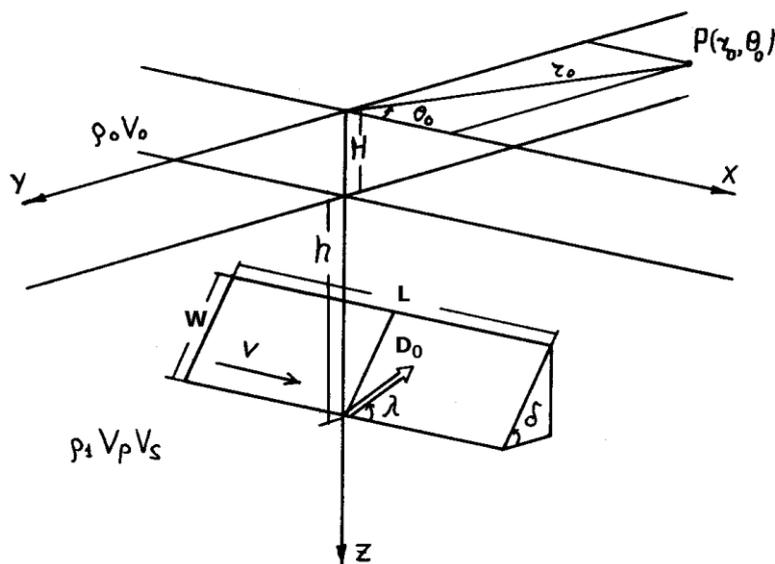


Рисунок 12.

## **5. Расчетная область «Камчатка»**

По результатам предварительного анализа исторических данных о цунами в акватории полуострова Камчатка и в соответствии с концепцией конструирования набора модельных источников в качестве базовой акватории для выполнения работ был выбран район, простирающийся по долготе от 150 до 177 градусов Восточной долготы и по широте от 45 до 62 градусов Северной широты: Изображение рельефа дна и суши исследуемого фрагмента представлено на рисунке 13.

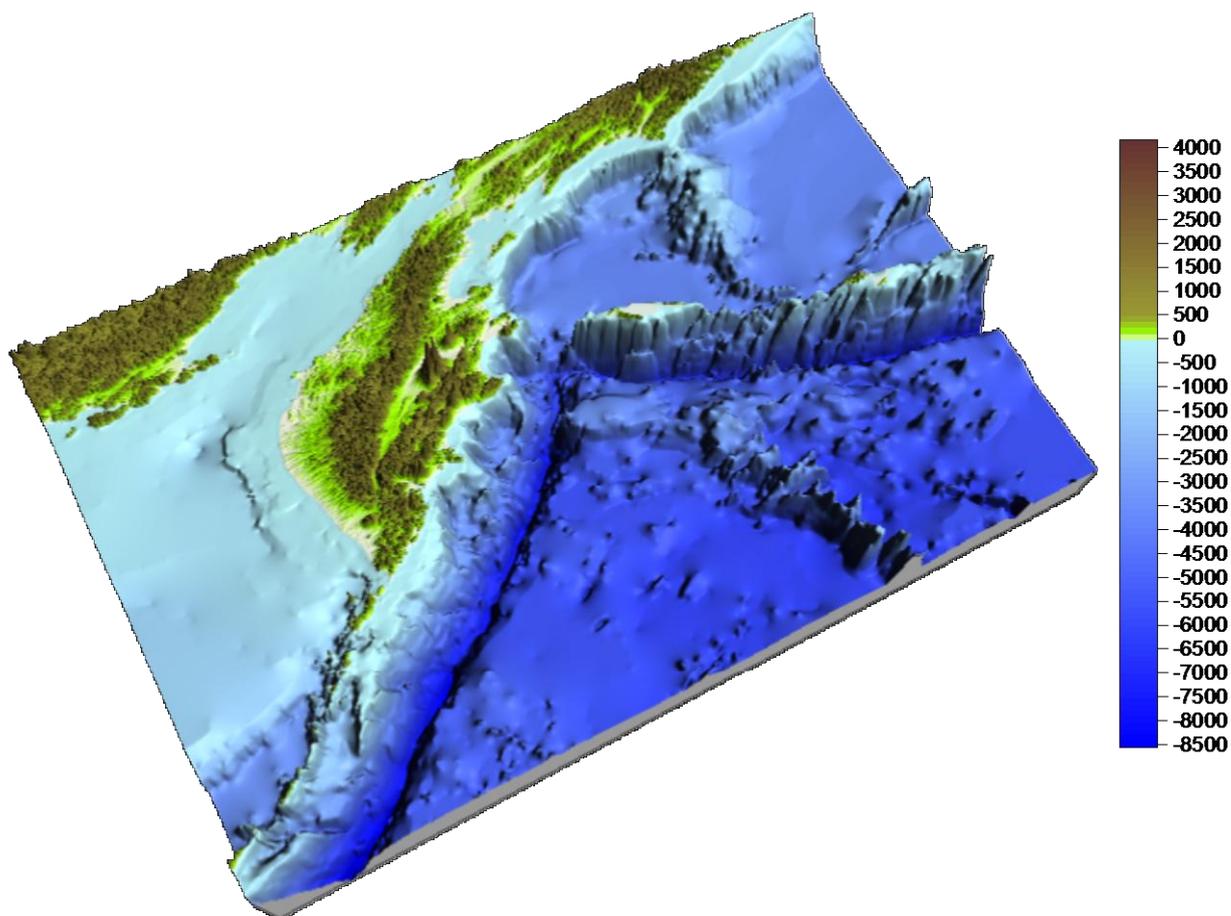


Рисунок 13. Рельеф дна в расчетной области «Камчатка»

## **6. Параметры модельных цунамигенных землетрясений и соответствующие смещения свободной поверхности океана.**

На рисунке 14 приведена схема размещения всего набора модельных источников, параметры которых содержатся в Приложении 4 (файл – 4\_sources.txt), где каждому источнику соответствует по две строки: в первой – уникальный индекс источника, во второй – набор его параметров.

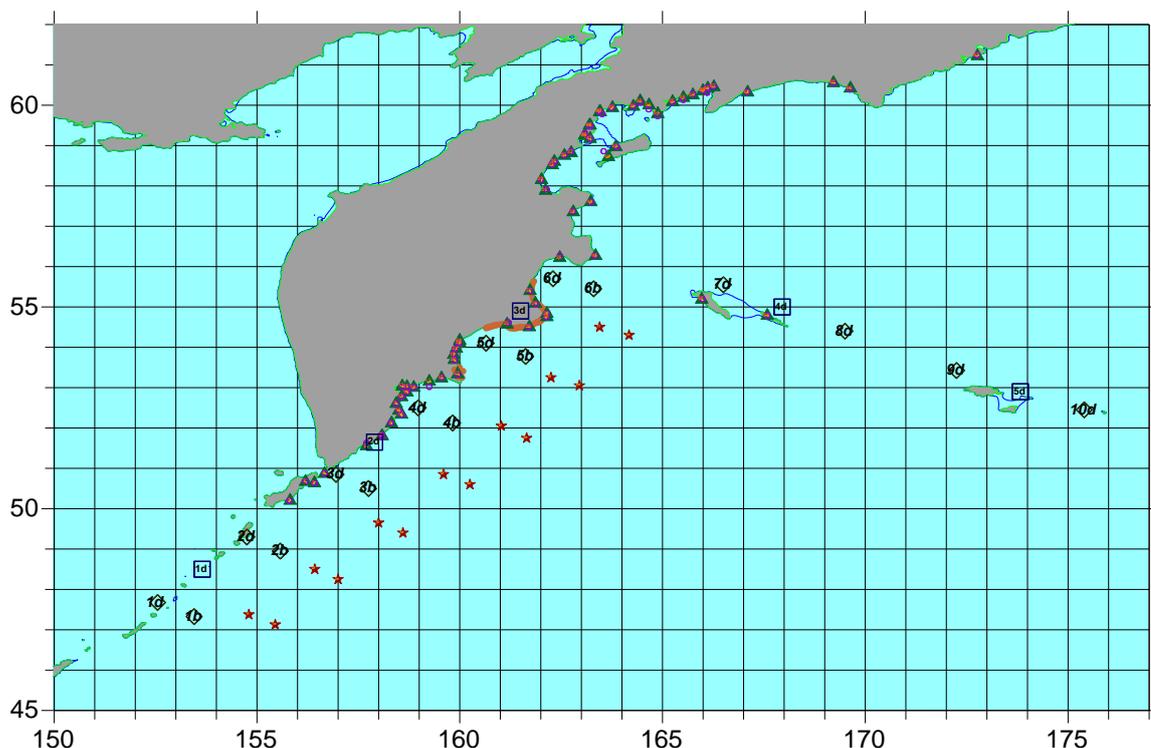


Рисунок 14. Схема размещения набора модельных источников. Треугольники с номерами указывают на точки размещения мареографов, соответствующих защищаемым пунктам (см. также Таблицу 1), ромбики – на землетрясения группы «8.4», звездочки – на землетрясения группы «8.1», квадратики – на землетрясения группы «9.0».

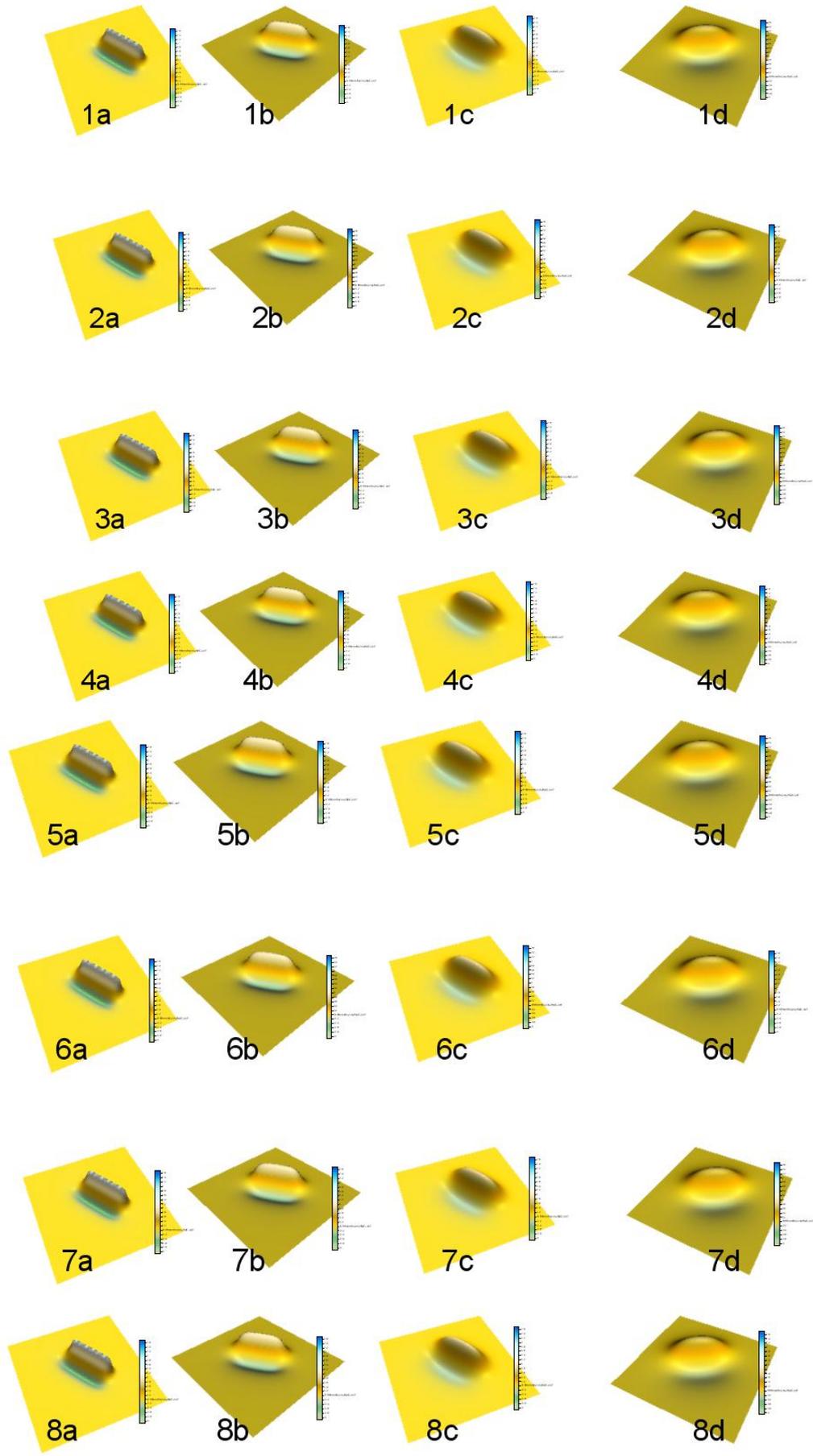
Полный набор параметров для всех построенных таким образом модельных землетрясений с магнитудой 7.8 приведен в таблице 3, на рисунке 15 – смещения поверхности океана над зоной модельных землетрясений этой группы, а на рисунке 16 – схема размещения этих начальных смещений в расчетной области «Камчатка».

Таблица 3

Параметры модельных землетрясений с магнитудой 7.8											
Name	Lat	Long	L	W	DE	LA	TE	D0	H_top	N	M
1a	46.75	153.35	108	38	15	90	58	3.42	5	231	115
1b	46.93	152.85	108	38	15	90	58	2.74	15	231	115
1c	47.1	152.35	108	38	15	90	58	2.74	25	231	115
1d	47.3	152	108	38	15	90	58	2.74	35	231	115
2a	47.55	154.38	108	38	15	90	58	3.42	5	231	115
2b	47.7	153.95	108	38	15	90	58	2.74	15	231	115
2c	47.9	153.55	108	38	15	90	58	2.74	25	231	115
2d	48.1	153.1	108	38	15	90	58	2.74	35	231	115
3a	48.35	155.45	108	38	15	90	58	3.42	5	231	115
3b	48.55	155.05	108	38	15	90	58	2.74	15	231	115
3c	48.73	154.63	108	38	15	90	58	2.74	25	231	115
3d	48.9	154.2	108	38	15	90	58	2.74	35	231	115
4a	49.15	156.58	108	38	15	90	58	3.42	5	231	115
4b	49.35	156.18	108	38	15	90	58	2.74	15	231	115
4c	49.55	155.75	108	38	15	90	58	2.74	25	231	115
4d	49.7	155.3	108	38	15	90	58	2.74	35	231	115
5a	49.93	157.7	108	38	15	90	58	3.42	5	231	115

<b>5b</b>	50.1	157.28	108	38	15	90	58	2.74	15	231	115
<b>5c</b>	50.3	156.85	108	38	15	90	58	2.74	25	231	115
<b>5d</b>	50.45	156.4	108	38	15	90	58	2.74	35	231	115
<b>6a</b>	50.75	158.7	108	38	15	90	58	3.42	5	231	115
<b>6b</b>	50.9	158.25	108	38	15	90	58	2.74	15	231	115
<b>6c</b>	51.1	157.9	108	38	15	90	58	2.74	25	231	115
<b>6d</b>	51.3	157.55	108	38	15	90	58	2.74	35	231	115
<b>7a</b>	51.55	159.7	108	38	15	90	58	3.42	5	231	115
<b>7b</b>	51.7	159.25	108	38	15	90	58	2.74	15	231	115
<b>7c</b>	51.9	158.9	108	38	15	90	58	2.74	25	231	115
<b>7d</b>	52.1	158.5	108	38	15	90	58	2.74	35	231	115
<b>8a</b>	52.4	160.85	108	38	15	90	58	3.42	5	231	115
<b>8b</b>	52.55	160.4	108	38	15	90	58	2.74	15	231	115
<b>8c</b>	52.75	160	108	38	15	90	58	2.74	25	231	115
<b>8d</b>	52.95	159.55	108	38	15	90	58	2.74	35	231	115
<b>9a</b>	53.25	161.7	108	38	15	90	50	3.42	5	231	115
<b>9b</b>	53.4	161.25	108	38	15	90	50	2.74	15	231	115
<b>9c</b>	53.55	160.8	108	38	15	90	50	2.74	25	231	115
<b>9d</b>	53.75	160.4	108	38	15	90	50	2.74	35	231	115
<b>10a</b>	54.05	162.45	108	38	15	90	50	3.42	5	231	115
<b>10b</b>	54.25	162	108	38	15	90	50	2.74	15	231	115
<b>10c</b>	54.4	161.55	108	38	15	90	50	2.74	25	231	115
<b>10d</b>	54.6	161.2	108	38	15	90	50	2.74	35	231	115
<b>11a</b>	54.88	163.3	108	38	15	90	50	3.42	5	231	115
<b>11b</b>	55	162.85	108	38	15	90	50	2.74	15	231	115
<b>11c</b>	55.25	162.35	108	38	15	90	50	2.74	25	231	115
<b>11d</b>	55.4	162	108	38	15	90	50	2.74	35	231	115
<b>12a</b>	55.75	164.15	108	38	15	90	50	3.42	5	231	115
<b>12b</b>	55.9	163.7	108	38	15	90	50	2.74	15	231	115
<b>12c</b>	56.05	163.2	108	38	15	90	50	2.74	25	231	115
<b>12d</b>	56.2	162.75	108	38	15	90	58	2.74	35	231	115
<b>13d</b>	55.3	164.75	108	38	10	170	110	3.42	5	231	115
<b>14d</b>	54.75	166.23	108	38	10	170	110	3.42	5	231	115
<b>15d</b>	54.1	167.63	108	38	10	170	110	3.42	5	231	115
<b>16d</b>	53.5	169.05	108	38	10	170	110	3.42	5	231	115
<b>17d</b>	52.95	170.5	108	38	10	170	110	3.42	5	231	115
<b>18d</b>	52.5	171.95	108	38	10	170	110	3.42	5	231	115
<b>19d</b>	52.05	173.55	108	38	10	170	100	3.42	5	231	115
<b>20d</b>	51.6	175.6	108	38	10	170	100	3.42	5	231	115
<b>21c</b>	57.25	163.75	108	38	35	90	0	3.42	5	231	115
<b>21d</b>	57.25	163.23	108	38	125	90	0	3.42	5	231	115
<b>22c</b>	58.13	163.65	108	38	35	90	0	3.42	5	231	115
<b>22d</b>	58.15	163.18	108	38	125	90	0	3.42	5	231	115
<b>23c</b>	59.05	163.9	108	38	35	90	45	3.42	5	231	115
<b>23d</b>	59.25	163.5	108	38	125	90	45	3.42	5	231	115
<b>24c</b>	59.55	164.45	108	38	35	90	45	3.42	5	231	115
<b>24d</b>	59.8	164.05	108	38	125	90	45	3.42	5	231	115
<b>25c</b>	57.95	164.1	108	38	35	90	50	3.42	5	231	115
<b>25d</b>	58.2	163.75	108	38	125	90	50	3.42	5	231	115
<b>26c</b>	58.7	165.15	108	38	35	90	60	3.42	5	231	115
<b>26d</b>	58.95	164.8	108	38	125	90	60	3.42	5	231	115
<b>27c</b>	59.33	166.4	108	38	35	90	65	3.42	5	231	115

<b>27d</b>	59.55	166.1	108	38	125	90	65	3.42	5	231	115
<b>28c</b>	59.75	167.75	108	38	35	90	70	3.42	5	231	115
<b>28d</b>	60.08	167.65	108	38	125	90	70	3.42	5	231	115



(a)

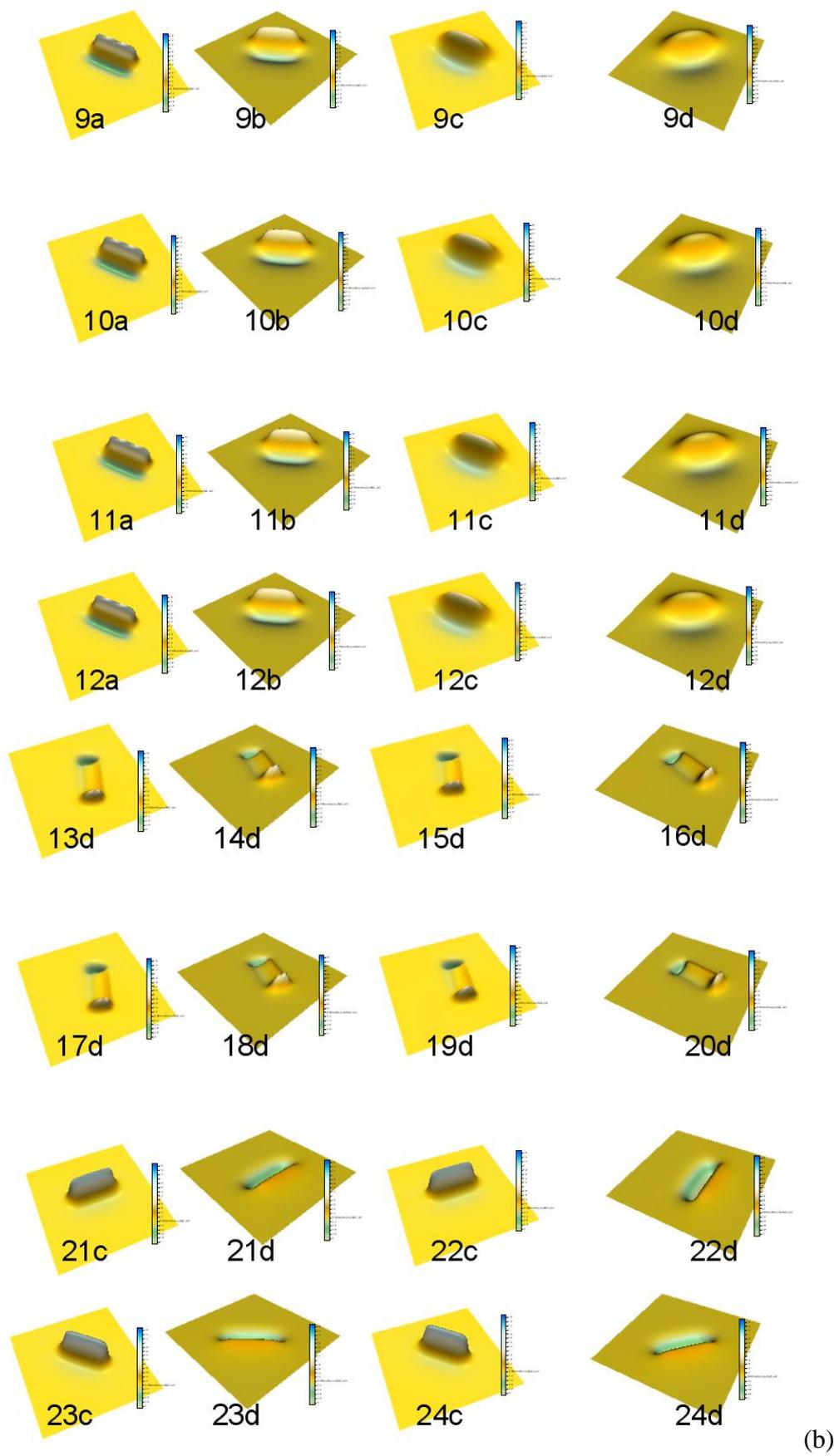
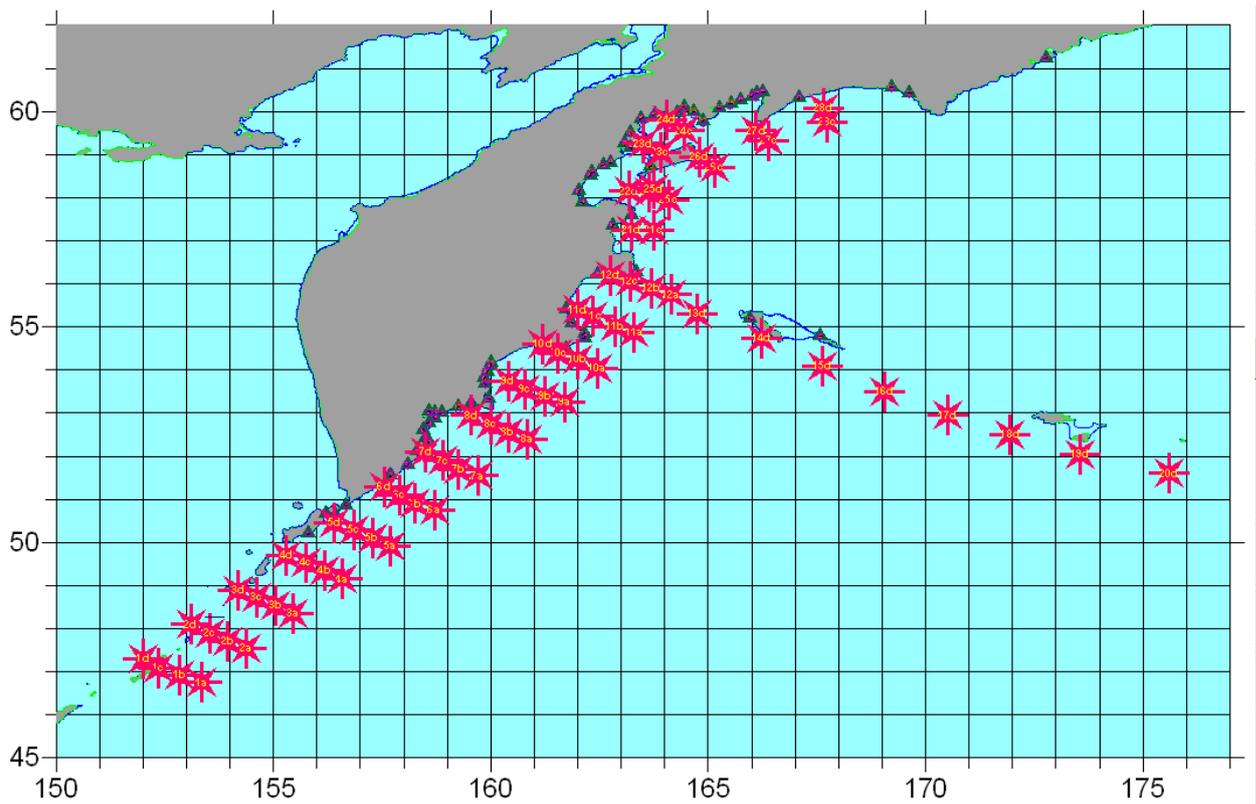
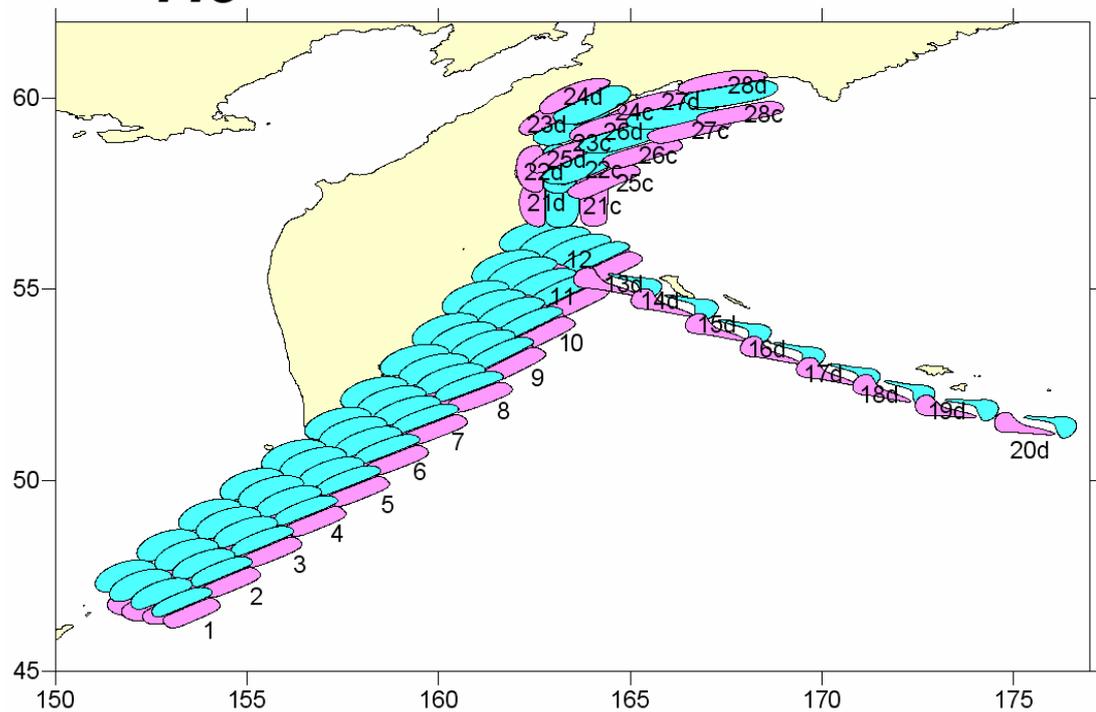


Рисунок 15. Смещения свободной поверхности океана непосредственно над зоной подводных землетрясений с магнитудой 7.8.



## 7.8



**Рисунок 16. Размещение начальных смещений поверхности океана, рассчитанных от модельных источников с магнитудой 7.8**

Полный набор параметров для всех построенных таким образом модельных землетрясений с магнитудой 8.1 приведен в таблице 4, на рисунке 17 – смещения поверхности океана над зоной модельных землетрясений этой группы, а на рисунке 18 – схема размещения этих начальных смещений в расчетной области «Камчатка».

Таблица 4

Параметры модельных землетрясений с магнитудой 8.1

Name	Lat	Long	L	W	DE	LA	TE	D0	H_top	N	M
1e	47.13	155.45	150	52	135	90	58	5.1	5	231	115
1f	47.38	154.8	150	52	45	90	58	5.1	5	231	115
2e	48.25	157	150	52	135	90	58	5.1	5	231	115
2f	48.5	156.43	150	52	45	90	58	5.1	5	231	115
3e	49.4	158.6	150	52	135	90	58	5.1	5	231	115
3f	49.65	158	150	52	45	90	58	5.1	5	231	115
4e	50.6	160.25	150	52	135	90	58	5.1	5	231	115
4f	50.85	159.6	150	52	45	90	58	5.1	5	231	115
5e	51.75	161.65	150	52	135	90	58	5.1	5	231	115
5f	52.05	161.03	150	52	45	90	58	5.1	5	231	115
6e	53.05	162.95	150	52	135	90	50	5.1	5	231	115
6f	53.25	162.25	150	52	45	90	50	5.1	5	231	115
7e	54.3	164.18	150	52	135	90	50	5.1	5	231	115
7f	54.5	163.45	150	52	45	90	50	5.1	5	231	115

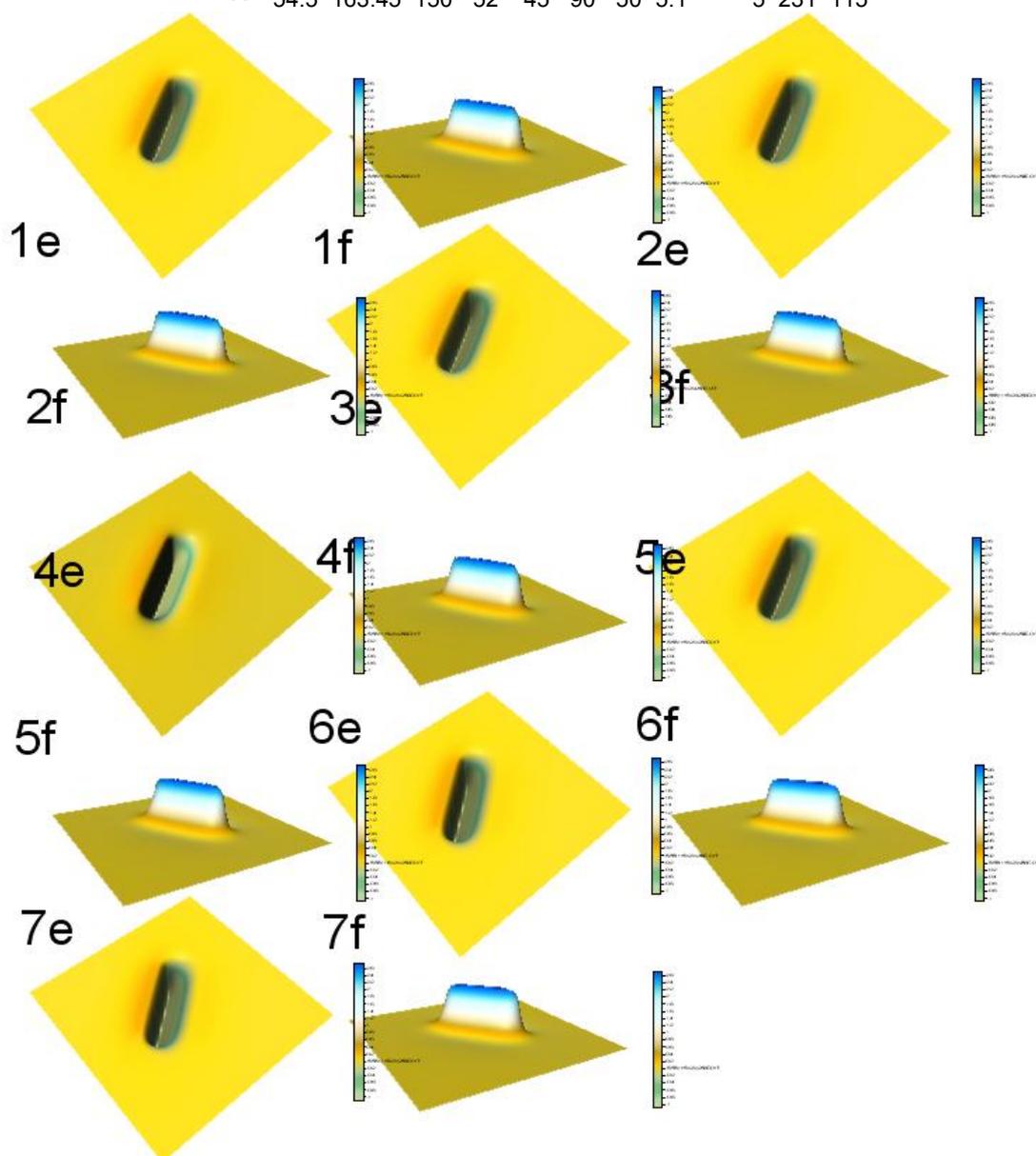
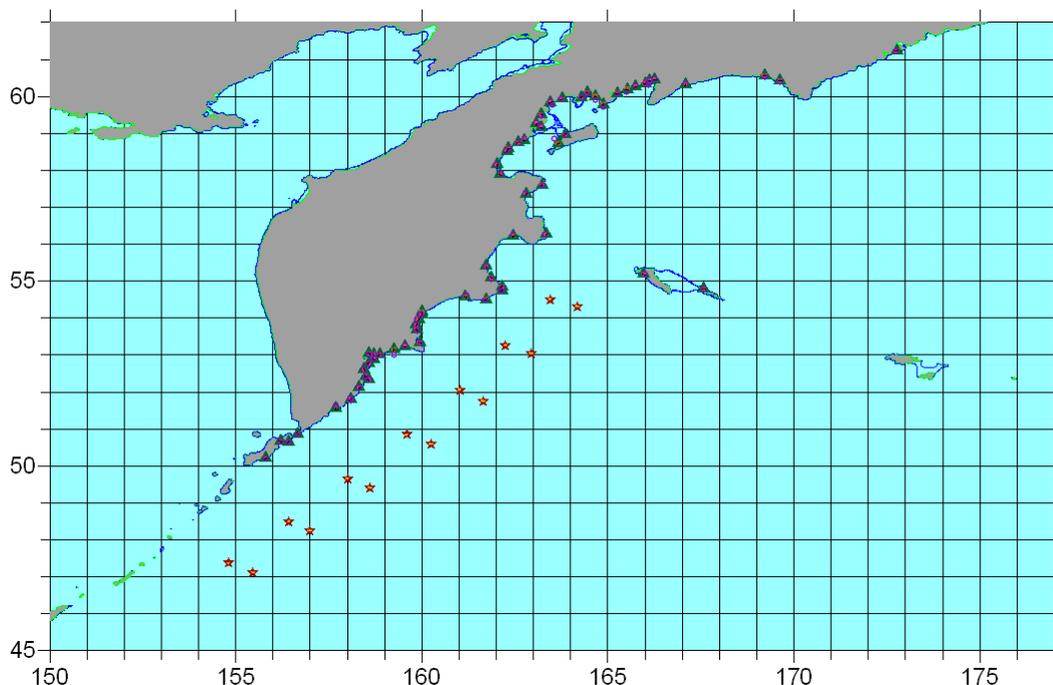


Рисунок 17. Смещения свободной поверхности океана непосредственно над зоной подводных землетрясений с магнитудой 8.1.



## 8.1

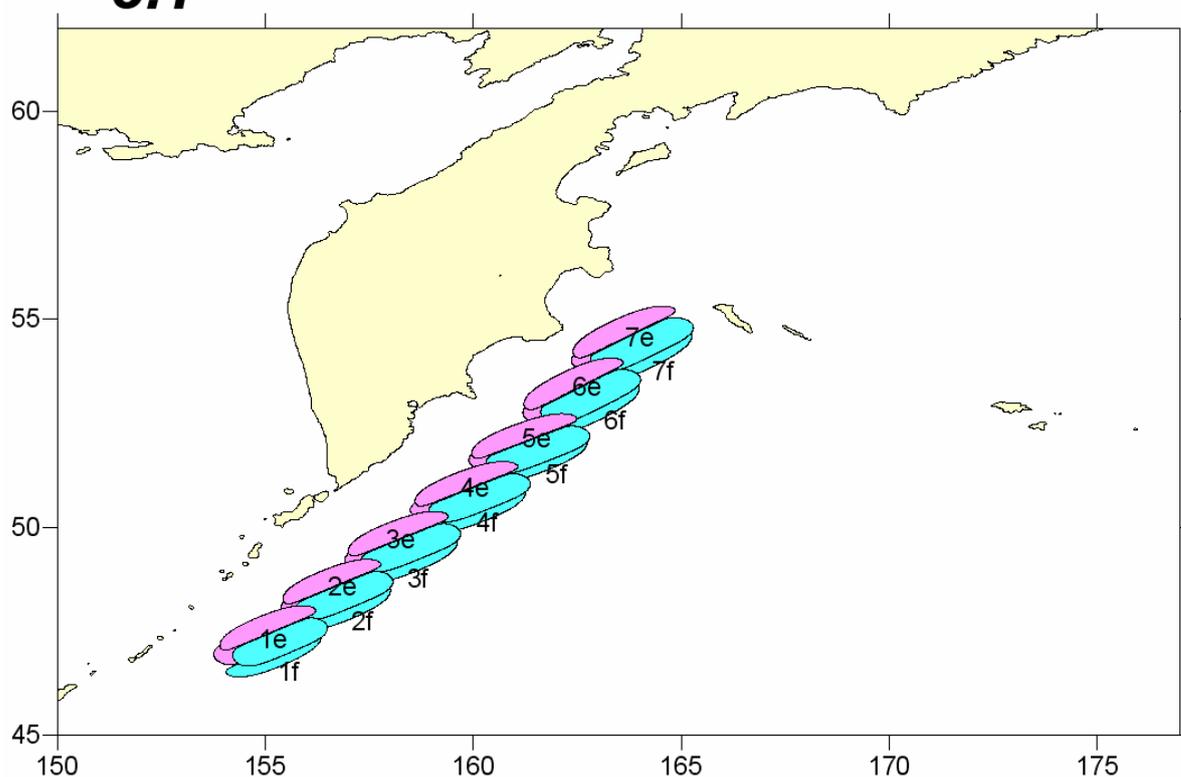


Рисунок 18. Размещение начальных смещений поверхности океана, рассчитанных от модельных источников с магнитудой 8.1

Набор параметров для модельных землетрясений с магнитудой 8.4 приведен в таблице 5, на рисунке 19 – смещения поверхности океана над зоной модельных землетрясений этой группы, а на рисунке 20 – схема размещения этих начальных смещений в расчетной области «Камчатка».

Таблица 5

Параметры модельных землетрясений с магнитудой 8.4

Name	Lat	Long	L	W	DE	LA	TE	D0	H_top	N	M
1b	47.33	153.45	215	75	15	90	58	6.1	5	231	115
1d	47.68	152.55	215	75	15	90	58	5.5	25	231	115
2b	48.95	155.58	215	75	15	90	58	6.1	5	231	115
2d	49.3	154.75	215	75	15	90	58	5.5	25	231	115
3b	50.5	157.75	215	75	15	90	58	6.1	5	231	115
3d	50.85	156.95	215	75	15	90	58	5.5	25	231	115
4b	52.13	159.83	215	75	15	90	58	6.1	5	231	115
4d	52.5	158.98	215	75	15	90	58	5.5	25	231	115
5b	53.78	161.63	215	75	15	90	50	6.1	5	231	115
5d	54.1	160.65	215	75	15	90	50	5.5	25	231	115
6b	55.45	163.3	215	75	15	90	50	6.1	5	231	115
6d	55.7	162.3	215	75	15	90	50	5.5	25	231	115
7d	55.55	166.5	215	75	10	170	110	6.1	5	231	115
8d	54.4	169.5	215	75	10	170	110	6.1	5	231	115
9d	53.43	172.25	215	75	10	170	105	6.1	5	231	115
10d	52.45	175.4	215	75	10	170	100	6.1	5	231	115

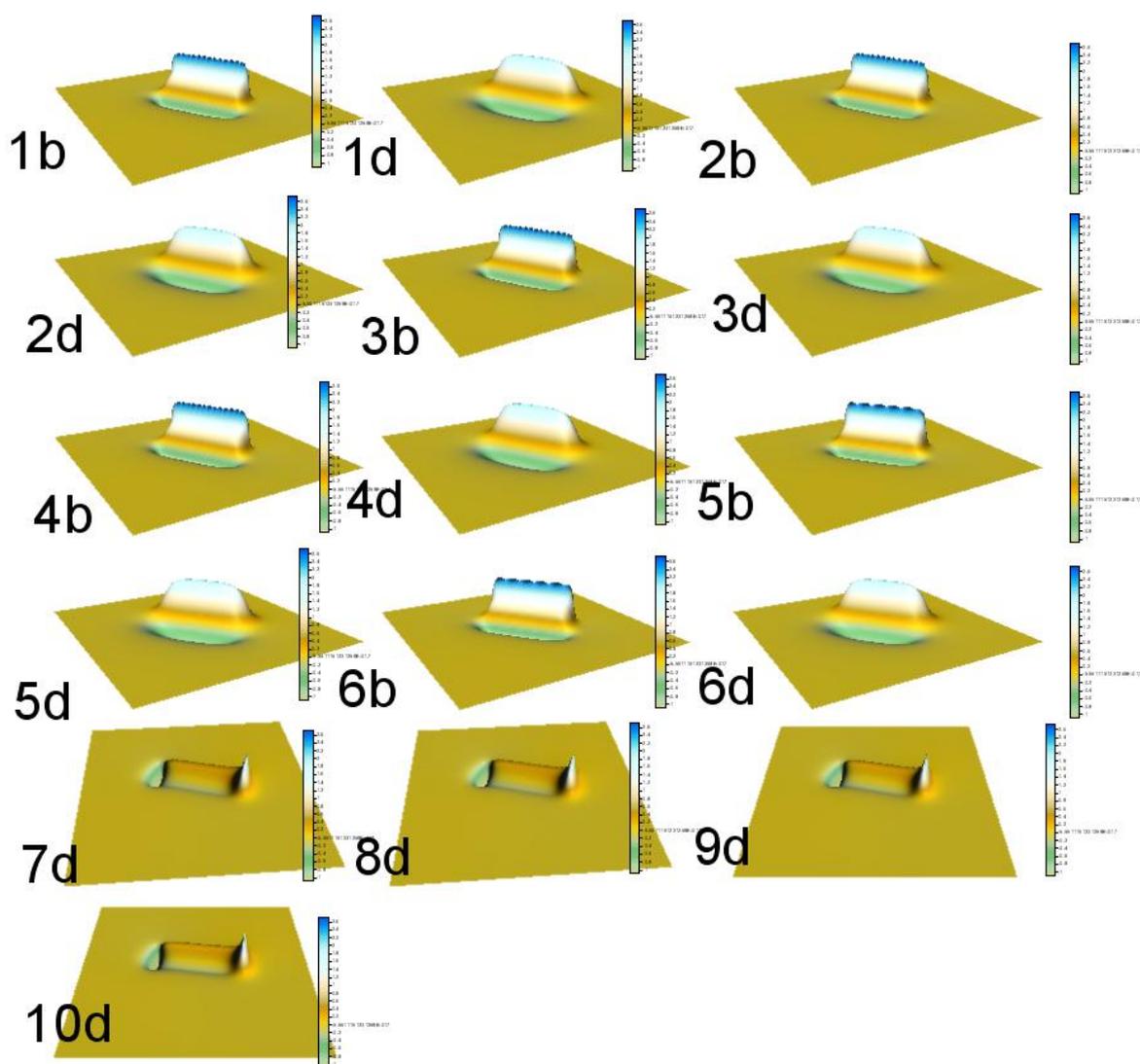
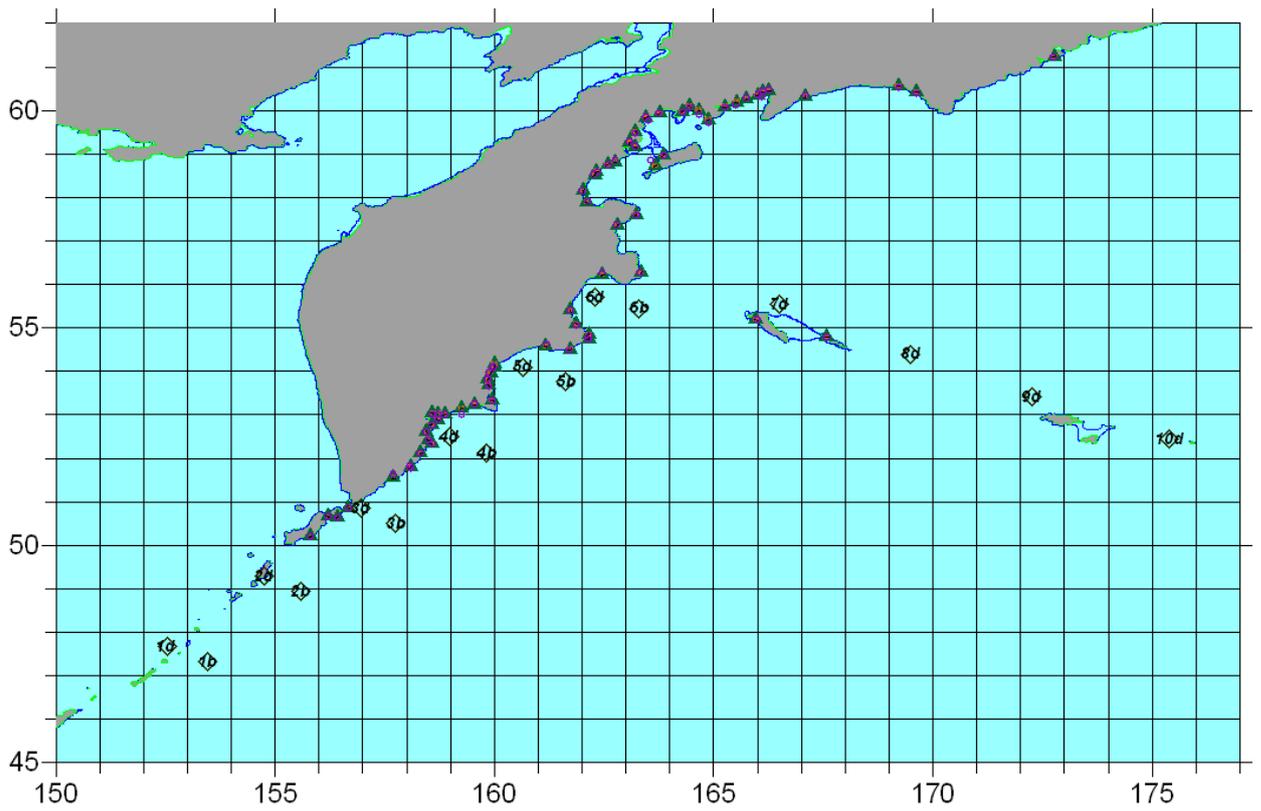


Рисунок 19. Смещения свободной поверхности океана непосредственно над зоной подводных землетрясений с магнитудой 8.4.



## 8.4

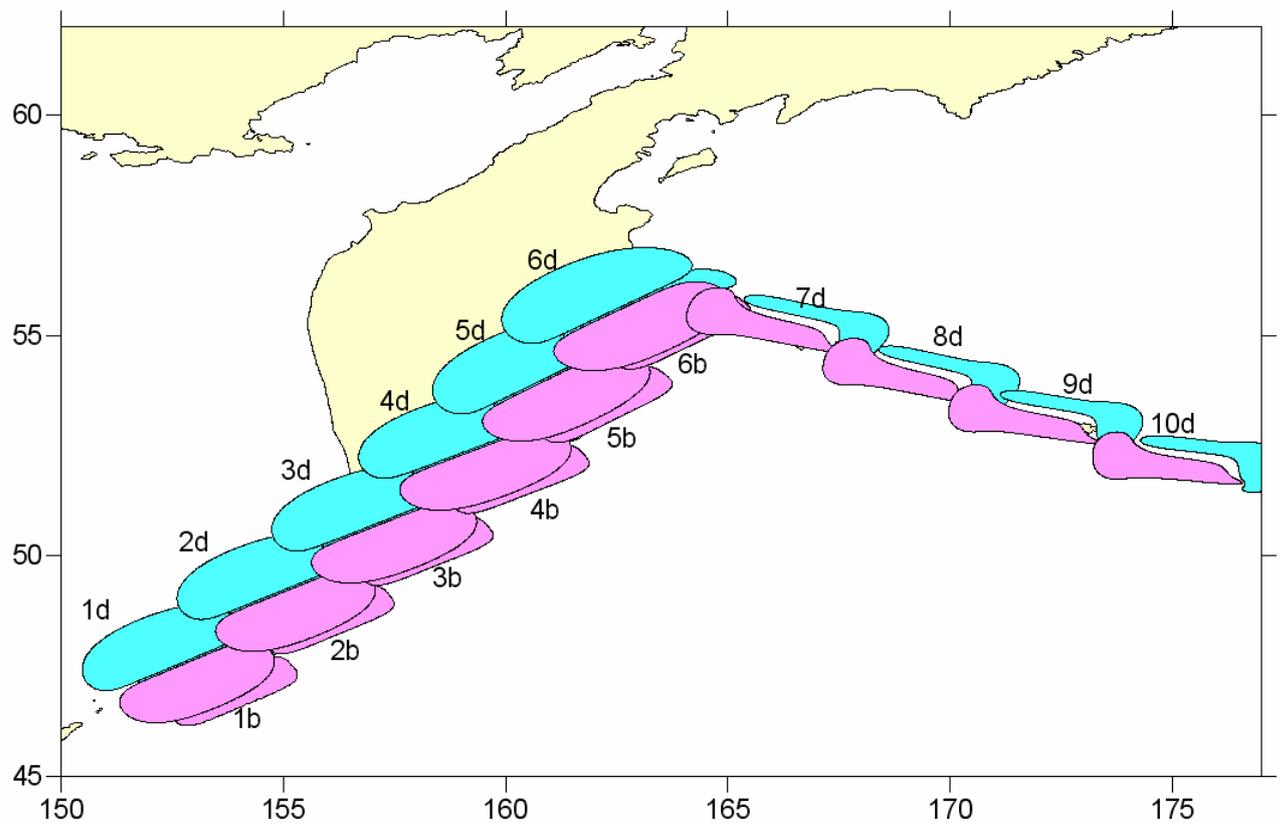


Рисунок 20. Размещение начальных смещений поверхности океана, рассчитанных от модельных источников с магнитудой 8.4

Набор параметров для модельных землетрясений с магнитудой 8.4 приведен в таблице 6, на рисунке 21 – смещения поверхности океана над зоной модельных землетрясений этой группы, а на рисунке 22 – схема размещения этих начальных смещений в расчетной области «Камчатка».

Таблица 6. Параметры модельных землетрясений с магнитудой 9.0

Name	Lat	Long	L	W	DE	LA	TE	D0	H_top	N	M
1d	48.5	153.65	430	150	15	90	58	11.6	5	201	101
2d	51.65	157.9	430	150	15	90	58	11.6	5	201	101
3d	54.9	161.5	430	150	15	90	50	11.6	5	201	101
4d	55	167.95	430	150	10	170	110	11.6	5	201	101
5d	52.9	173.83	430	150	10	170	100	11.6	5	201	101

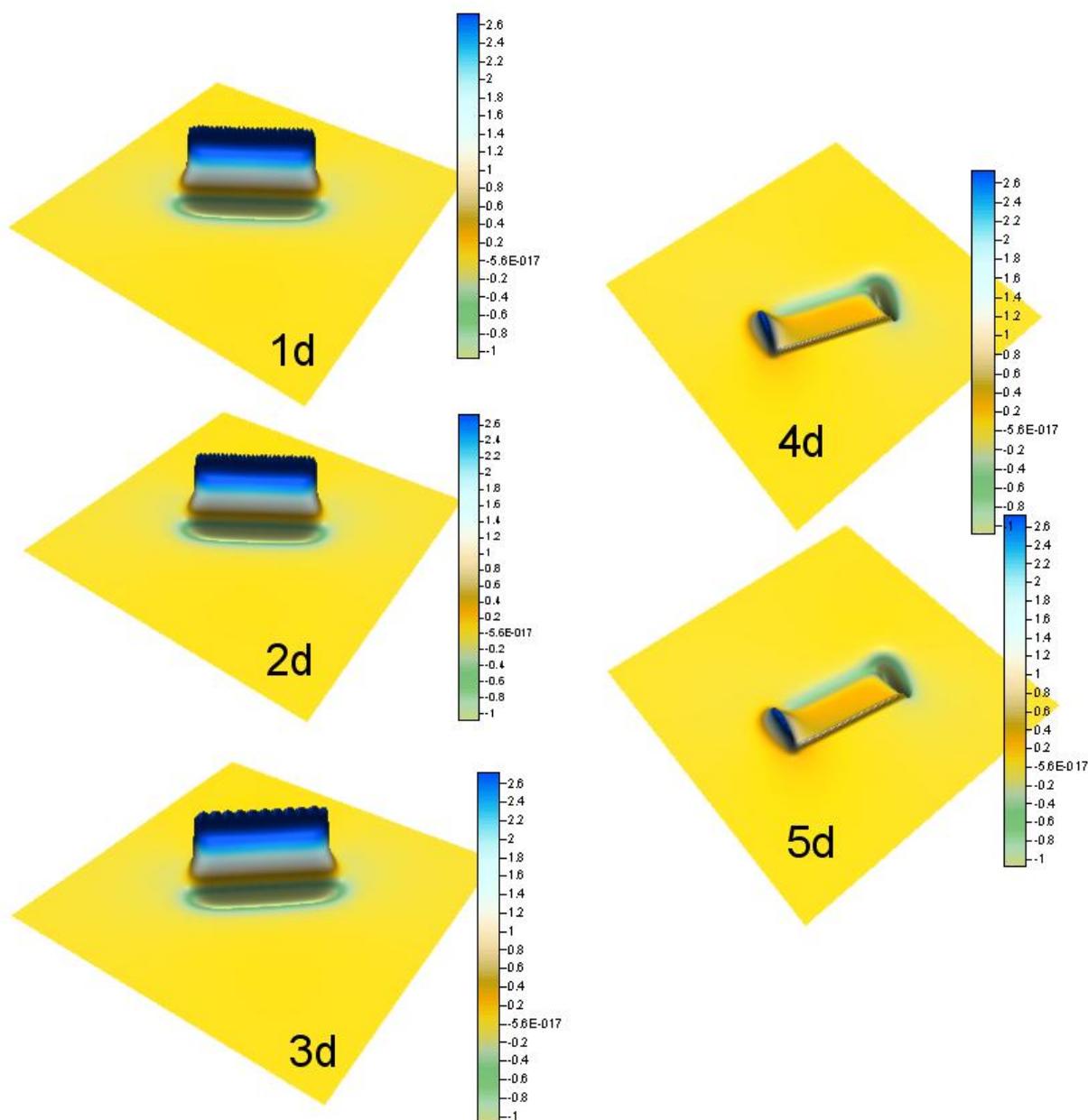
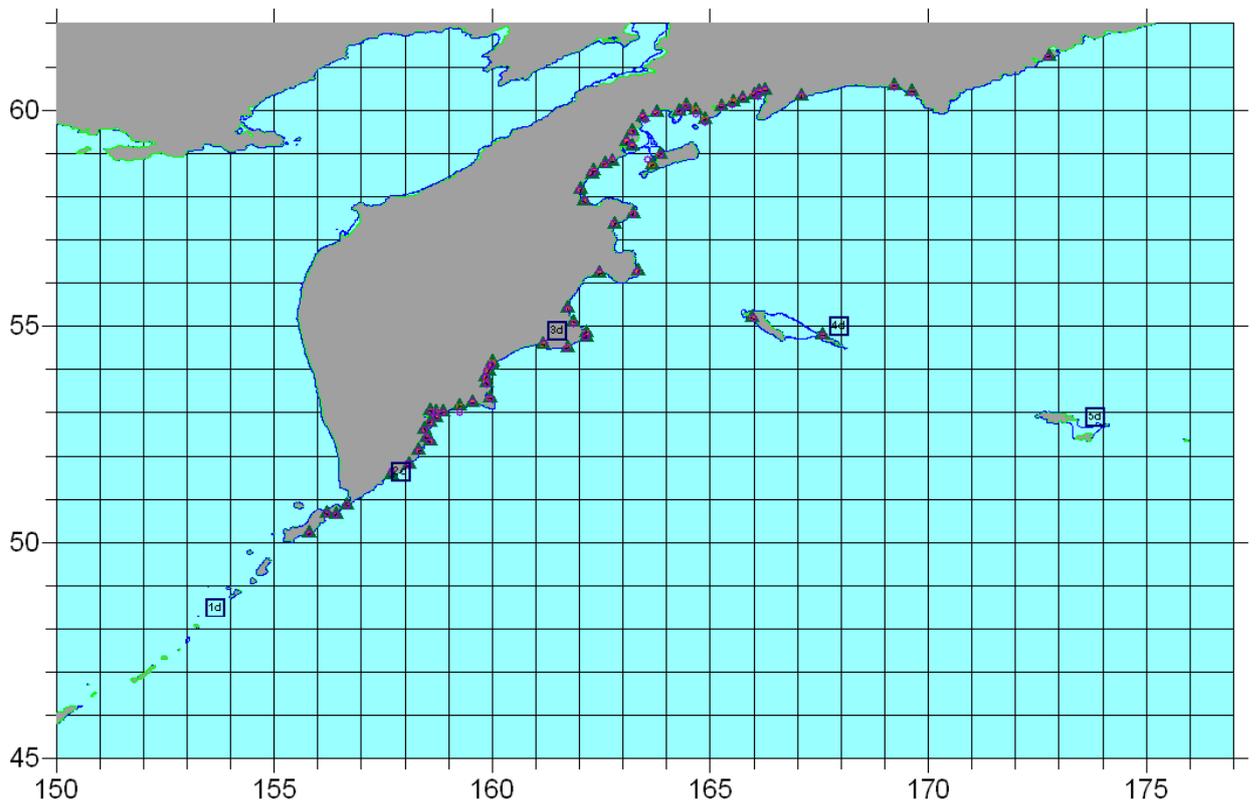


Рисунок 21. Смещения свободной поверхности океана непосредственно над зоной подводных землетрясений с магнитудой 9.0.



## 9.0

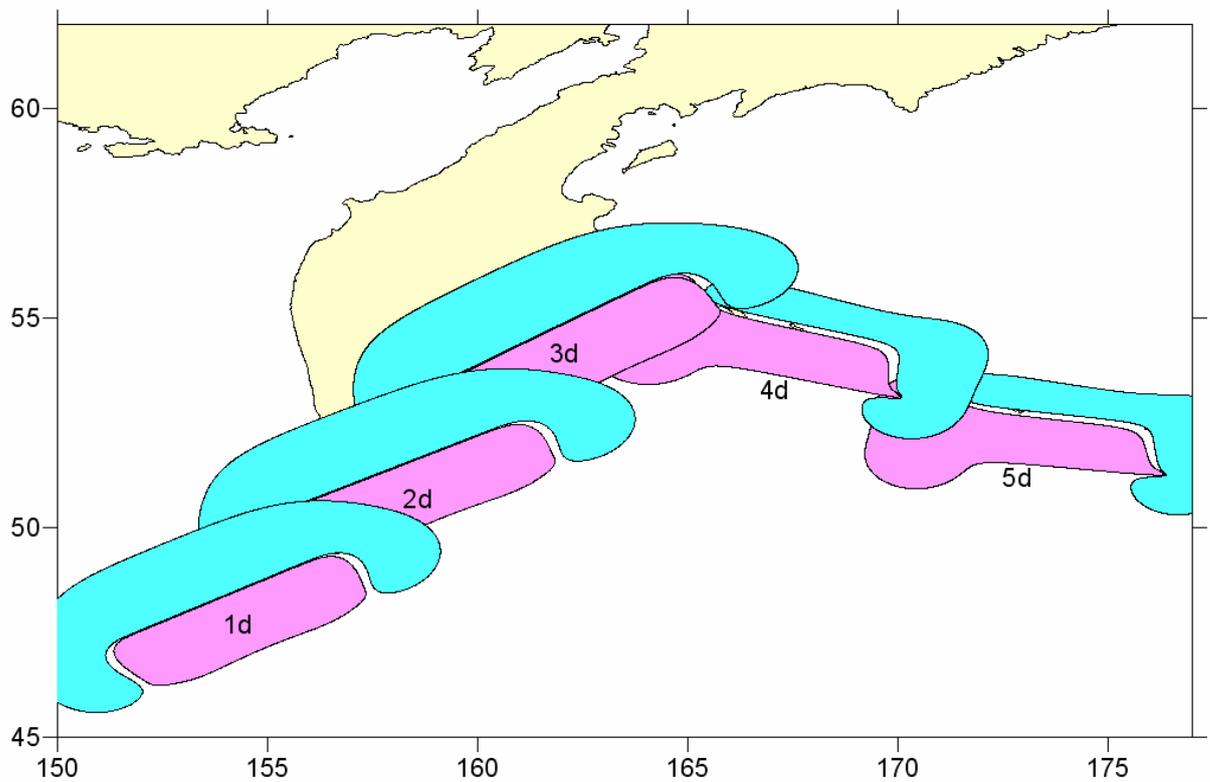


Рисунок 22. Размещение начальных смещений поверхности океана, рассчитанных от модельных источников с магнитудой 9.0

Рисунки 23 – 29 детально представляют взаимное расположение защищаемых пунктов (зеленые треугольники с цифрами, соответствующими нумерации пунктов в таблице 1) и землетрясений групп «8.4», «8.1», «9.0».

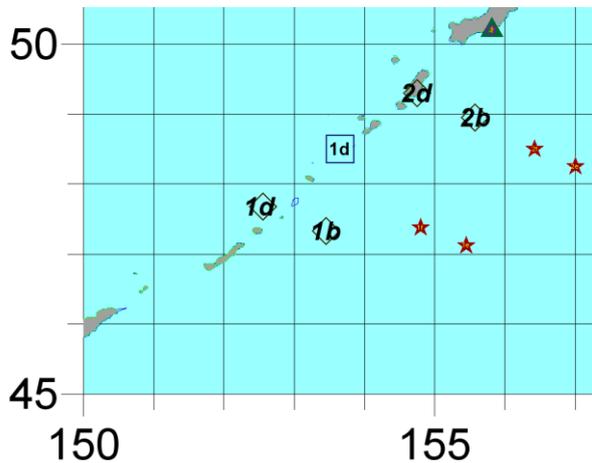


Рисунок 23.

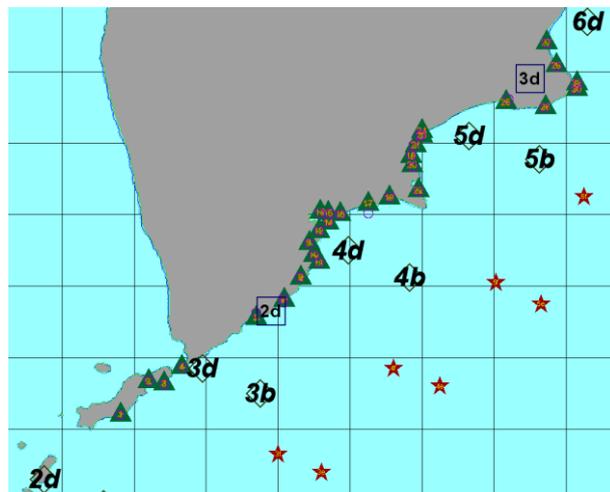


Рисунок 24.

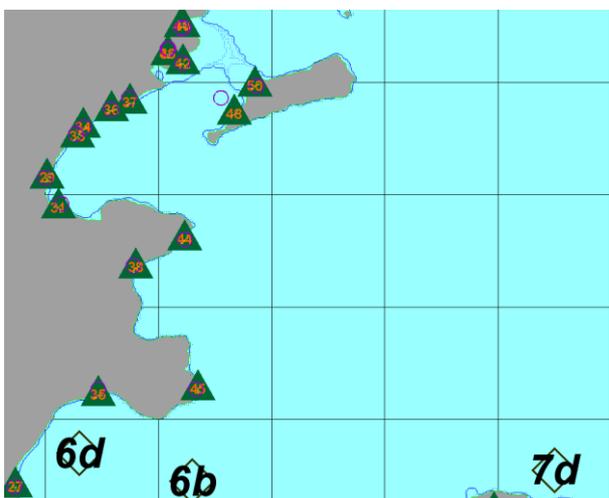


Рисунок 25.



Рисунок 26.

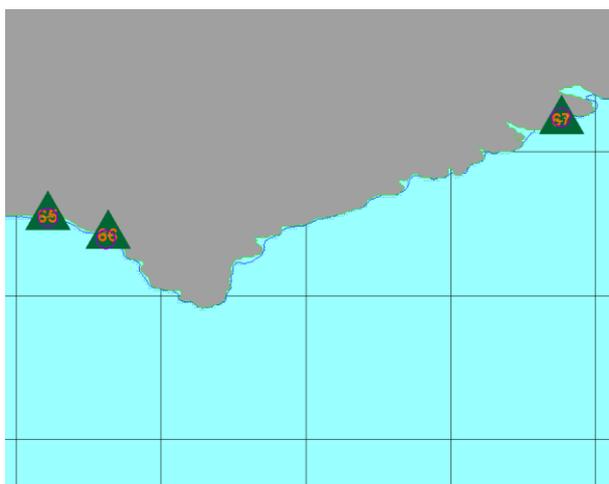


Рисунок 27.

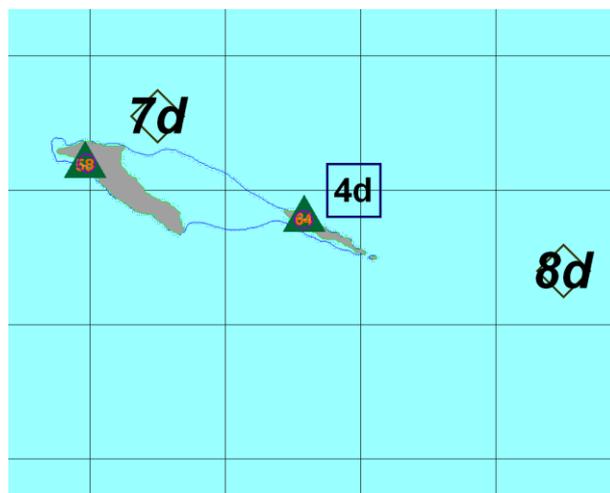


Рисунок 28.

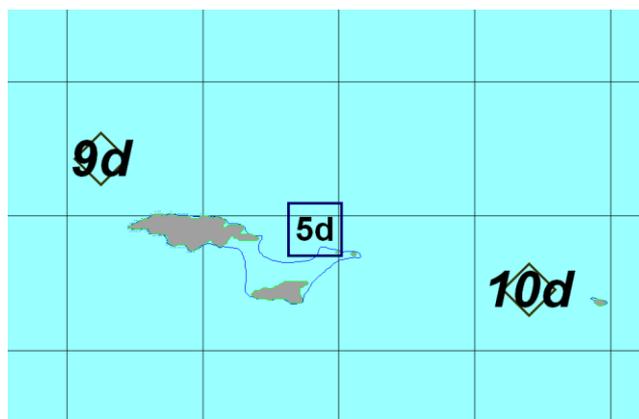


Рисунок 29.

## 7. Алгоритмическое обеспечение

Совокупность вычислительных алгоритмов разбит на два модуля: модуль расчета начального возмущения свободной поверхности океана, порожденного модельным цунамигенным землетрясением и модуль расчета распространения волны цунами от заданного начального возмущения.

Для выполнения серийных расчетов разработана специальная консольная утилита `serial_calc.exe`, не входящая в комплект программного обеспечения поддержки «пользовательского» режима. Выполняемая ею функциональность будет обеспечена набором алгоритмического и программного обеспечения, поддерживающего «исследовательский» режим работы. Следует заметить, что создание производственной версии этой утилиты потребовало дополнительной и тщательной настройки вычислительных алгоритмов, и потому ее разработка началась заранее, на этапе, предшествующем этапу проектирования и реализации структуры хранилища результатов. Такой подход оправдал себя еще и потому, что собственно проведение производственных расчетов оказалось весьма продолжительным процессом. Здесь же следует указать специализированную вычислительную утилиту `source.exe`, предназначенную для расчета начального поля смещения свободной поверхности океана, а также утилиту `MassGlobalCalcul.exe`, осуществляющую моделирование трансформации волны цунами от зоны начального возмущения к защищаемым пунктам на берегу.

### Функциональности первой версии программы

Первая версия программного обеспечения «пользовательского» режима работы обладает следующими функциональностями.

- Просмотр распределений максимальных и минимальных амплитуд волн и их «размахов» в выбранном защищаемом пункте по всем цунамигенным землетрясениям, при этом всплывающая подсказка указывает соответствующие значения для каждого конкретного землетрясения.

- Просмотр распределений максимальных и минимальных амплитуд волн и их «размахов» от выбранного цунамигенного землетрясения по всем защищаемым пунктам, при этом всплывающая подсказка указывает соответствующие значения для каждого конкретного пункта.
- Экспорт этих распределений в текстовые файлы.
- В режиме просмотра для выбранного пункта и выбранного землетрясения в отдельном окне можно отрисовать соответствующую мареограмму.

Реализованные решения безусловно требуют уточнения по материалам опытной эксплуатации и соответствующих дискуссий.

## 8. О структуре Базы данных

В контексте настоящей работы принята терминология, следуя которой под базой данных понимается совокупность таблиц (SQL-базы) и папок на диске.

### Базы данных

В качестве системы управления данными выбрана стандартная система MS Access, хорошо документированная и вполне удовлетворяющая требованиям скорости доступа к данным. Эта система проста в эксплуатации и поддерживает язык SQL-запросов, что позволит в дальнейшем при необходимости легко перейти на другую базу данных SQL. На рисунке 30 изображена схема связей таблиц Базы данных.

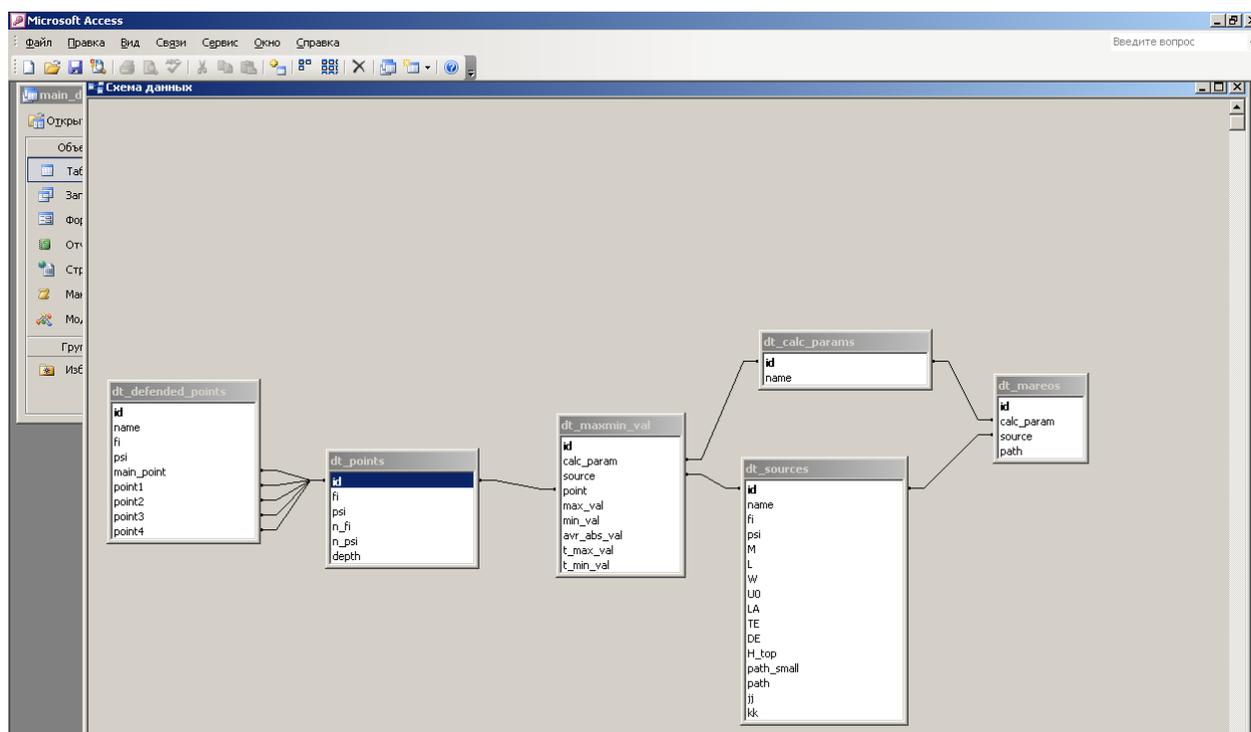


Рисунок 30. Схема связей таблиц

## Структуры хранилища

Предложенная и реализованная исполнителями структура хранилища данных позволяет хранить в базе данных информацию о модельных цунамигенных землетрясениях, защищаемых пунктах и других сущностях, а данные большого объема (такие как мареограммы, массивы возмущений свободной поверхности и др.) хранятся на локальном диске. Это позволяет также получить доступ к информации с использованием других «внешних» программных инструментов (Surfer, Grapher и т.п.).

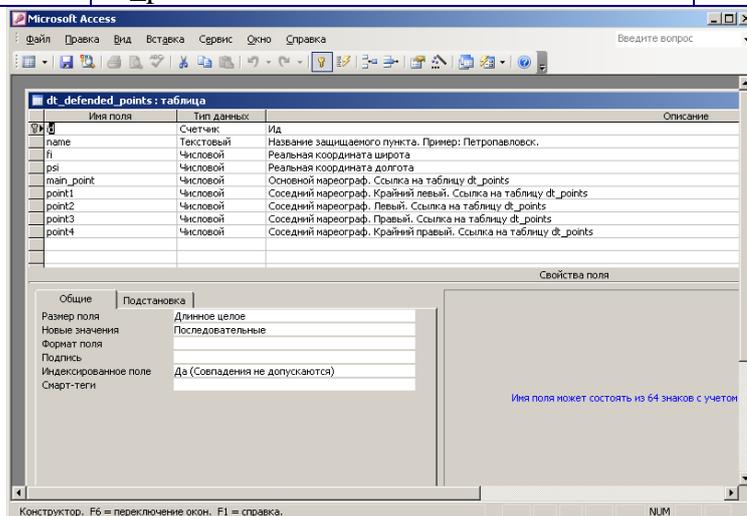
Использование стандартной системы управления базой данных обеспечивает высокую скорость доступа к хранимой информации посредством SQL-запросов.

Как уже было отмечено выше, база данных включает в себя набор таблиц базы данных SQL и локальных хранилищ (папок). В таблицах 7 – 12 и на рисунках 31 – 36 представлены содержание и структура основных таблиц Базы данных.

Таблица 7 содержит набор характеристик защищаемых пунктов.

**Таблица 7.** *Таблица защищаемых пунктов: dt\_defended\_points*

Название поля	Тип	Описание	Пример
id	integer	Уникальный идентификатор	000001
name	string	Название защищаемого пункта	Петропавловск-Камчатский
Fi	real	Начальная реальная широта пункта	58.0
psi	real	Начальная реальная долгота пункта	123.4
main_point	Integer	Основная защищаемая точка. Идентификатор из таблицы dt_points	1
point1	Integer	Точка-сосед. Идентификатор из таблицы dt_points	2
point2	Integer	Точка-сосед. Идентификатор из таблицы dt_points	3
point3	Integer	Точка-сосед. Идентификатор из таблицы dt_points	4
point4	Integer	Точка-сосед. Идентификатор из таблицы dt_points	5

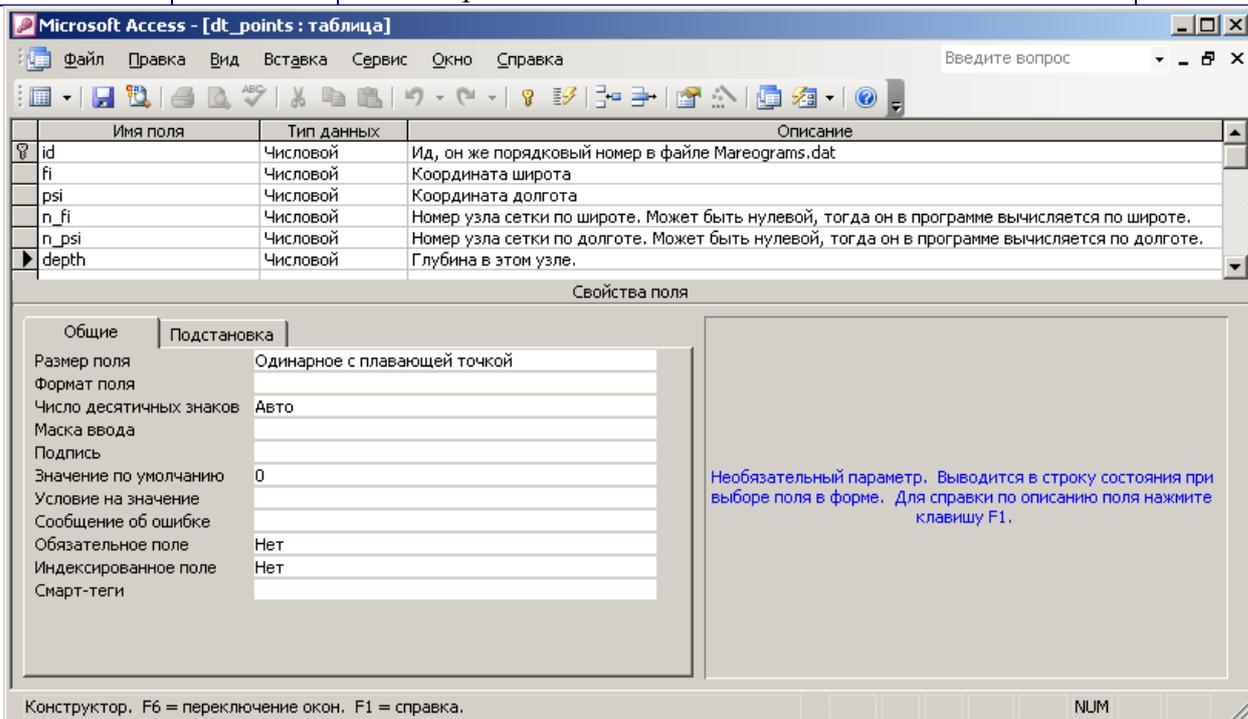


**Рисунок 31.**

Таблица 8 содержит набор характеристик **всех** мареографов с их координатами.

**Таблица 8.** *Таблица мареографов: dt\_points*

Название поля	Тип	Описание	Пример
id	integer	Уникальный идентификатор	000001
fi	real	Широта	63.5
psi	real	Долгота	153.2
N_fi	integer	Номер узла сетки по направлению широта	10
N_psi	integer	Номер узла сетки по направлению долгота	65
depth	real	Глубина в этом узле. Подставляется один раз из батиметрии.	234.7



**Рисунок 32.**

Таблица 9 содержит набор характеристик модельных цунамигенных землетрясений с описаниями и ссылками на рассчитанные массивы соответствующих значений смещений свободной поверхности океана.

**Таблица 9.** *Таблица очагов: dt\_sources*

Название поля	Тип	Описание	Пример
id	integer	Уникальный идентификатор	000001
name	string	Название очага. Имеет определенный формат, который будет определен позже.	
fi	real	Широта точки, определяющей положение очага.	70.5
psi	real	Долгота точки, определяющей положение очага.	123.8
M	real	Магнитуда (поле может быть пустым)	
L	real	Длина разрыва в км	100

W	real	Ширина разрыва в км	30
U0	real	Величина подвижки в м	1.0
LA	real	Направление подвижки в плоскости разрыва	90.0
TE	real	Азимут источника в градусах.	53.0
DE	real	Угол падения разрыва	45.0
H_top	real	Глубина залегания разрыва в км	5.0
path_small	string	Путь до файла, содержащего локальное возвышение очага (файл получен из z.grd)	<папка хранилища локальных возвышений>\<id>.grd
path	string	Путь до файла, содержащего возвышения во всей области (файл получен из etta.grd)	<папка хранилища возвышений во всей области>\<id>.grd
jj	integer		
kk	integer		

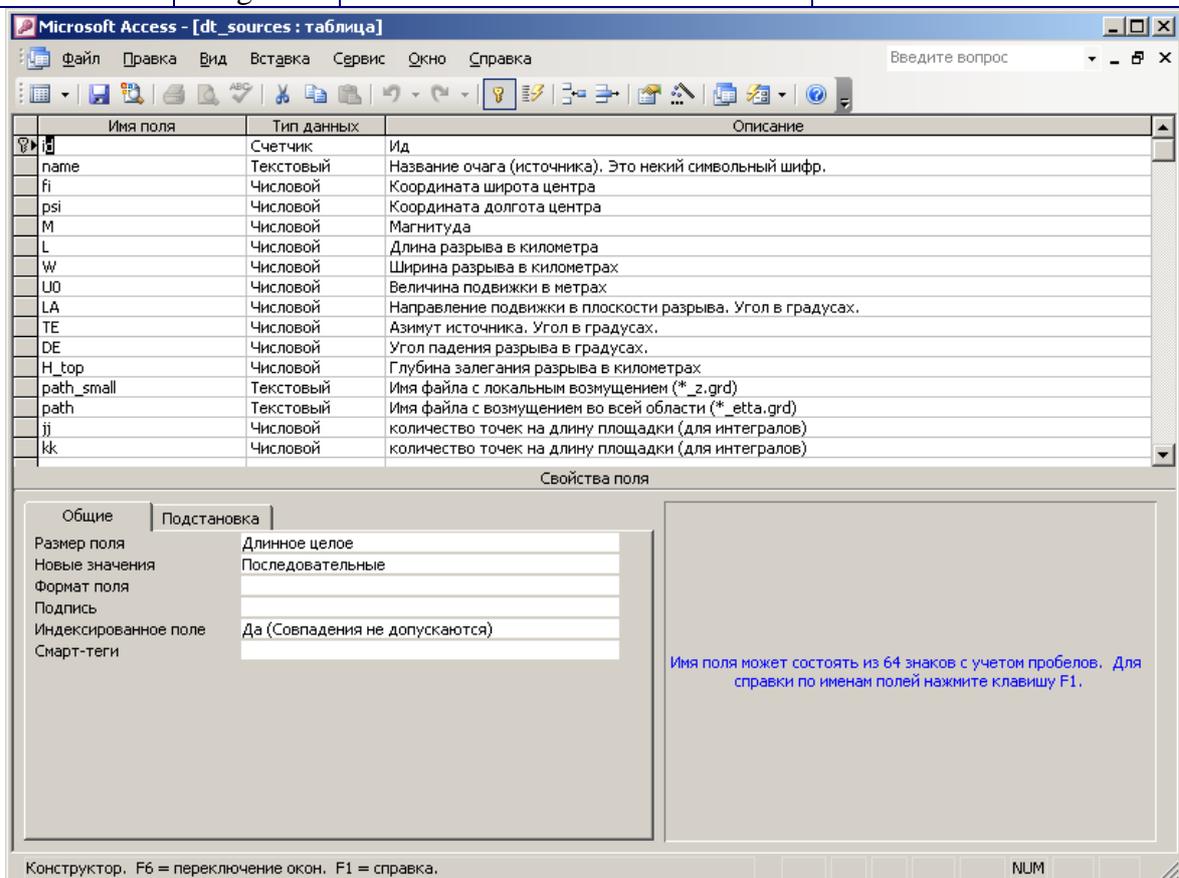


Рисунок 33.

Таблица 10 содержит наборы параметров вычислительных расчетных алгоритмов – параметры расчетов. Конструирование и наполнение таблицы не завершены, она будет дополняться полями.

Таблица 10. *Таблица параметров расчета: dt\_calc\_params*

Название поля	Тип	Описание	Пример
id	integer	Уникальный идентификатор	000001
Name	string	Название модели	linear

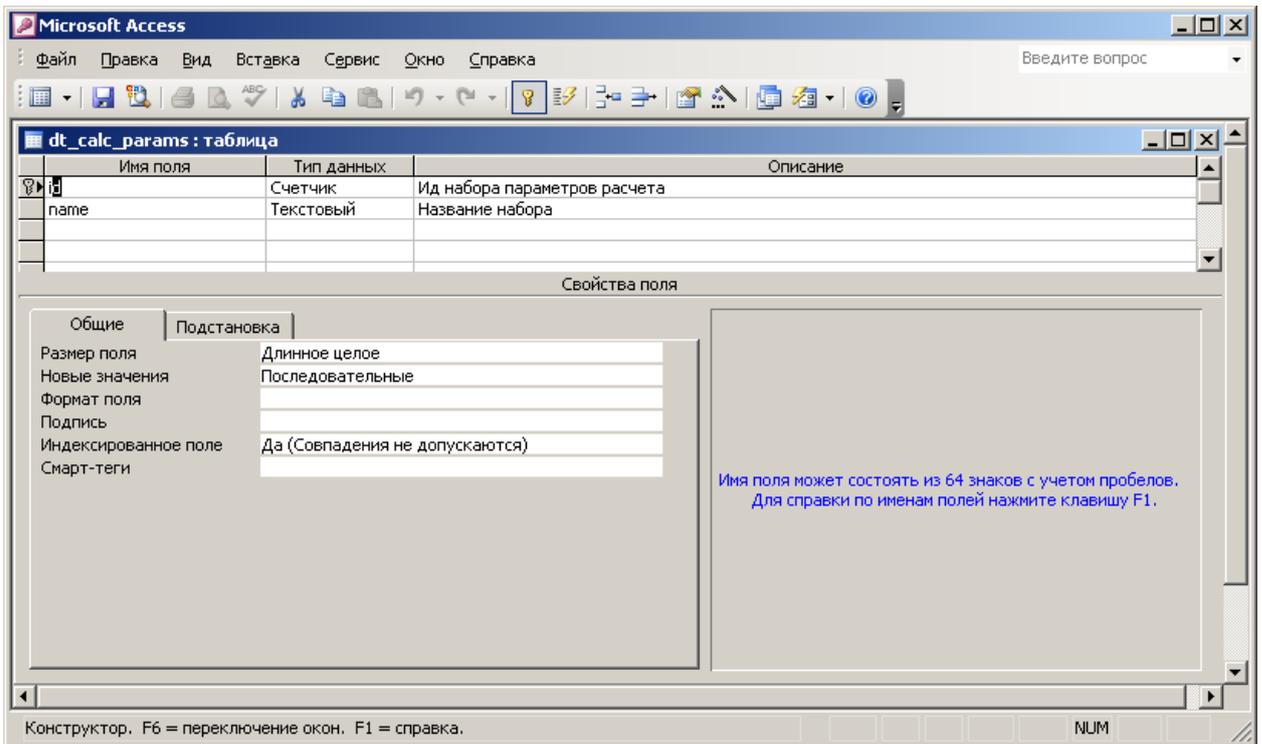


Рисунок 34.

Таблица 11 содержит список ссылок на рассчитанные мареограммы.

Таблица 11. Таблица полученных мареограмм: dt\_mareos

Название поля	Тип	Описание	Пример
id	integer	Уникальный идентификатор	000001
calc_param	integer	Соответствующий идентификатор из таблицы <b>dt_calc_params</b> .	000001
source	integer	Соответствующий идентификатор из таблицы <b>dt_sources</b> .	000001
path	string	Путь до файла с мареограммами	<папка хранилища мареограмм >\<id>.dat

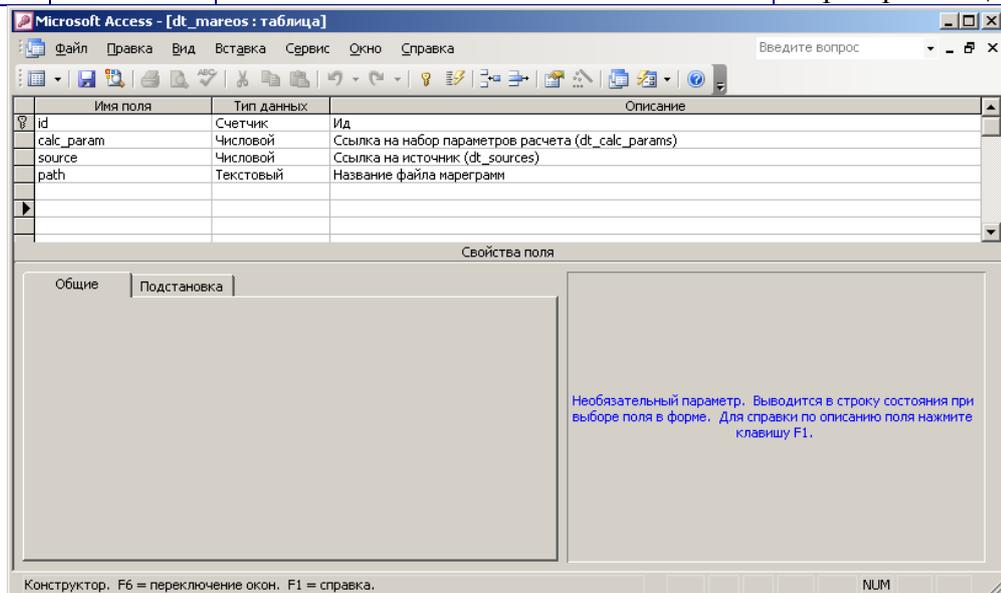
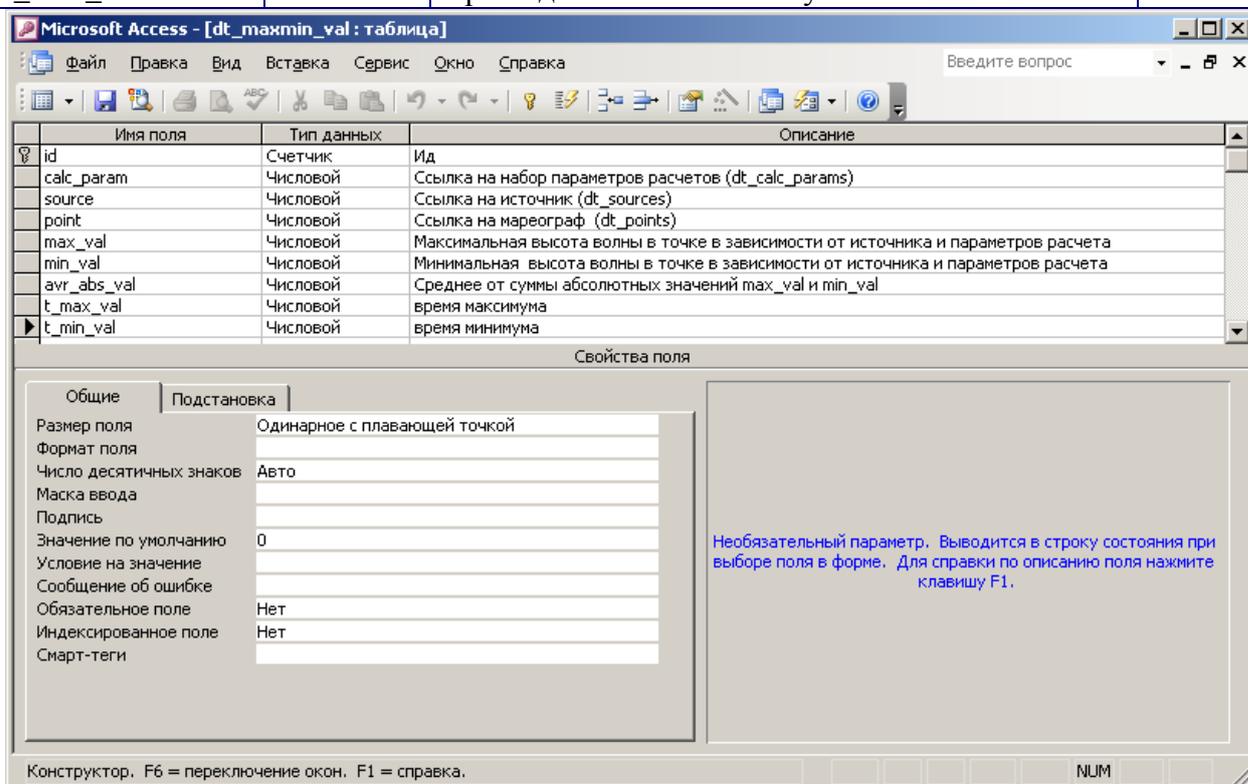


Рисунок 35.

Таблица 12 содержит характеристики проявления волн цунами в защищаемых пунктах. Ее содержание обновляется после каждого серийного расчета.

**Таблица 12.** *Таблица результатов расчета: dt\_maxmin\_val*

Название поля	Тип	Описание	Пример
id	integer	Уникальный идентификатор	000001
calc_param	integer	Соответствующий идентификатор из таблицы <b>dt_calc_params</b> .	000001
source	integer	Соответствующий идентификатор из таблицы <b>dt_sources</b> .	000001
point	integer	Соответствующий идентификатор из таблицы <b>dt_points</b> .	000001
max_val	real	Максимальная амплитуда в точке.	1.0
min_val	real	Минимальная амплитуда в точке.	-0.5
t_max_val	real	Время достижения максимум	338.6
t_min_val	real	Время достижения минимума	1009.6



**Рисунок 36.**

## 9. Структура папок проекта

В контексте настоящей работы принята терминология, следуя которой проектом называется совокупность расчетов с фиксированной расчетной областью, фиксированными наборами защищаемых пунктов и модельных цунамигенных землетрясений, фиксированной математической моделью и вычислительными алгоритмами, фиксированными наборами параметров всех алгоритмов.

В корневой папке проекта находятся:

Папка **Bathymetry** – с батиметрией расчетной области. В этой папке расположен файл `Bathymetry.grd` в бинарном варианте формата `.grd` (формат системы Surfer).

Папка **DataBase** содержит базы данных проекта: файл основной базы данных (поддерживающей язык запросов SQL и создание нескольких таблиц, в настоящей версии –это MS Access) `main_db.mdb` – содержит данные о параметрах расчета, расчетах и т.п.

Папка **Import** предназначена для импорта данных, полученных в процессе вычислений с помощью консольной утилиты `serial_calc`, в базу данных `main_db.mdb`. Перед импортом ее необходимо наполнить следующими файлами и папками:

**Input** – папка, в которой должны содержаться файлы `mareographs.txt` и `sources.txt`, взятые из папки утилиты `serial_calc`.

**Calculation** – папка, в которой должны содержаться файлы `xxx_MareogramsAddCalcul.dat`.

После импорта папку нужно очистить вручную.

Папка **Export** предназначена для экспорта данных из `main_db.mdb` в форматах других программ. В ней создаются подпапки с именем в виде текущей даты.

**Maxmin defended points** – содержит распределения максимумов, минимумов для каждого защищаемого пункта.

**Maxmin sources** – содержит распределения максимумов, минимумов для каждого модельного землетрясения.

Папка **Modules** содержит файлы модулей проекта. В ней, например, будут содержаться модули для серийного расчета.

Папка **Sources** содержит возмущения свободной поверхности океана, рассчитанные для модельных цунамигенных землетрясений. Содержит файлы в бинарном варианте формата `grd`:

`xxx_z.grd` – массив локальных возмущений в прямоугольных координатах.

`xxx_etta.grd` – массив возмущений во всей области в сферических координатах.

Здесь `xxx` – кодовое название источника.

Папка **Mareograms** является хранилищем мареограмм. Содержит файлы `xxx_mareograms.dat`.

Папка **Addition Calculations** содержит дополнительные расчетные характеристики. Пока это файлы `xxx_MareogramsAddCalcul.dat`, содержащие максимумы, минимумы и «размахи» колебания в защищаемом пункте.

## 10. Процедура импорта

Процедура импорта осуществляется с помощью специальной утилиты `Import.exe`

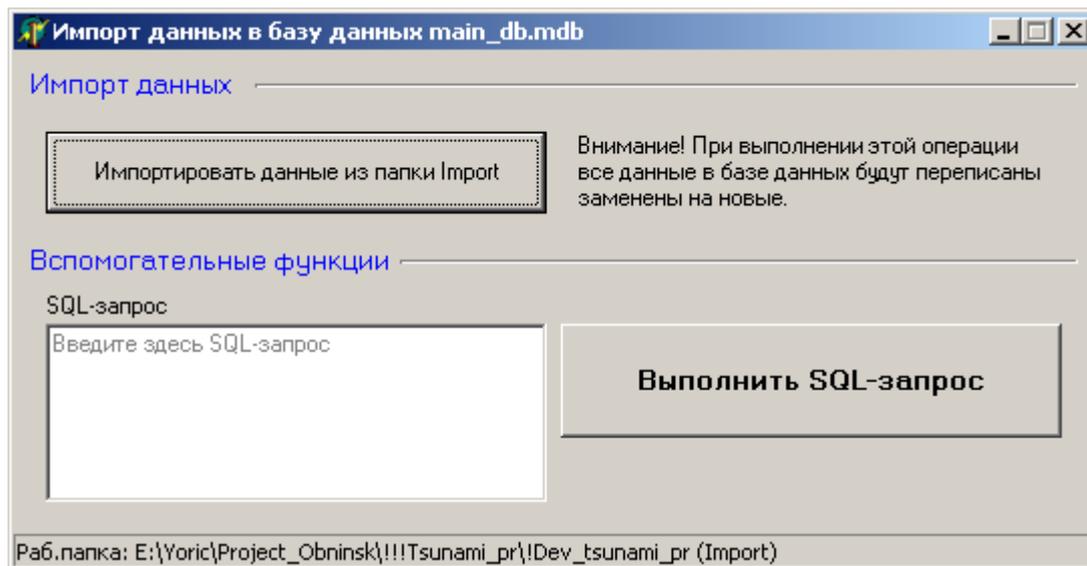


Рисунок 37. Рабочее окно утилиты **Import.exe**

Эта утилита размещается в папке проекта, в которой создана вышеописанная структура папок.

После указанного выше наполнения папки **Import** следует запустить утилиту и нажать кнопку «Импортировать данные из папки Import». В результате произойдет наполнение БД.

В первой версии программы при этом будут заполнены не все таблицы и кое-что придется сделать вручную после импорта, а именно:

- 1) В таблице `dt_sources` не проставлены магнитуды. Чтобы их проставить, следует ввести в поле «SQL-запрос» соответствующий запрос.

Далее вместо `xxx` нужно подставить значение магнитуды (например, `7.8`), а вместо `yyy` –соответствующее значение `L` (например, `108.0`).

```
UPDATE dt_sources
SET M=xxx
WHERE L=yyy
```

Нажать кнопку «Выполнить SQL-запрос». Таким образом можно проставить магнитуды у всех источников в таблице `dt_sources`, ориентируясь на значения `L` (длина подвижки – она одинакова у источников с одинаковой магнитудой).

**Примечание:** вообще говоря, в программе поле SQL-запрос предназначено для выполнения любого запроса к БД `main_db.mdb`

- 2) Заполнить вручную таблицу `dt_defended_points`, открыв ее в MS Access: Сначала поля `name`, `fi`, `psi` для всех защищаемых пунктов, а потом искать ссылки на соответствующий мареограф в `dt_points` и подставлять в поля `main_point`, `point1`, `point2`, `point3`, `point4`.

Количество записей в `dt_defended_points` должно получиться ровно в 5 раз меньше, чем в `dt_points`.

- 3) Скопировать все файлы вида `xxx_z.grd` и `xxx_etta.grd` в папку **Sources**, `xxx_mareograms.dat` в папку **Mareograms**, `xxx_mareogramsAddCalcul.dat` в папку **Addition\_Calculations**.
- 4) Файлы `xxx_bug.txt` и `xxx_success.txt` скопировать в папку **Addition\_Calculations**. Эти файлы пока не задействованы.
- 5) Удалить файлы из папок **Import\Input** и **Import\Calculation**.

## 11. Форматы

### Бинарный формат `grd`-файла

Таблица 13

Type	Description
char	single byte
short	16 bit signed integer
float	32 bit single precision floating point value
double	64 bit double precision floating point value

The **Surfer 6** format has the following layout:

Element	Type	Description
id	char	4 byte identification string 'DSBB' which identifies the file as a <b>Surfer 6</b> binary grid file.
nx	short	number of grid lines along the X axis (columns)
ny	short	number of grid lines along the Y axis (rows)
xlo	double	minimum X value of the grid
xhi	double	maximum X value of the grid
ylo	double	minimum Y value of the grid
yhi	double	maximum Y value of the grid
zlo	double	minimum Z value of the grid
zhi	double	maximum Z value of the grid
z11, z12, ...	float	first row of the grid. Each row has a constant Y coordinate. The first row corresponds to ylo, and the last row corresponds to yhi. Within each row, the Z values are ordered from xlo to xhi.
z21, z22, ...	float	second row of the grid
z31, z32, ...	float	third row of the grid
...	float	all other rows of the grid up to yhi

## 12. Реализация проекта

При реализации проекта сначала выполнялась разработка вычислительных модулей для расчета начальных полей смещения свободной поверхности, порожденных

модельными цунамигенными землетрясениями и волн цунами в расчетной акватории (source.exe и MassGlobalCalcul.exe). Затем производились серийные расчеты с помощью консольной утилиты Serial\_calc.exe, использующей эти модули. Полученные файлы с результатами расчетов импортировались с помощью специально разработанной утилиты Import.exe в разработанную информационную структуру (база данных в совокупности с локальными хранилищами на локальном диске).

Затем была разработана первая версия программы, поддерживающей «пользовательский» режим работы с результатами расчетов. Эта программа предоставляет возможность просмотра результатов расчета в графическом и табличном видах.

### 13. Примеры представления результатов, хранящихся в Базе данных.

Следующая серия рисунков представляет последовательность рабочих экранов, возникающих на различных этапах «пользовательского» режима работы

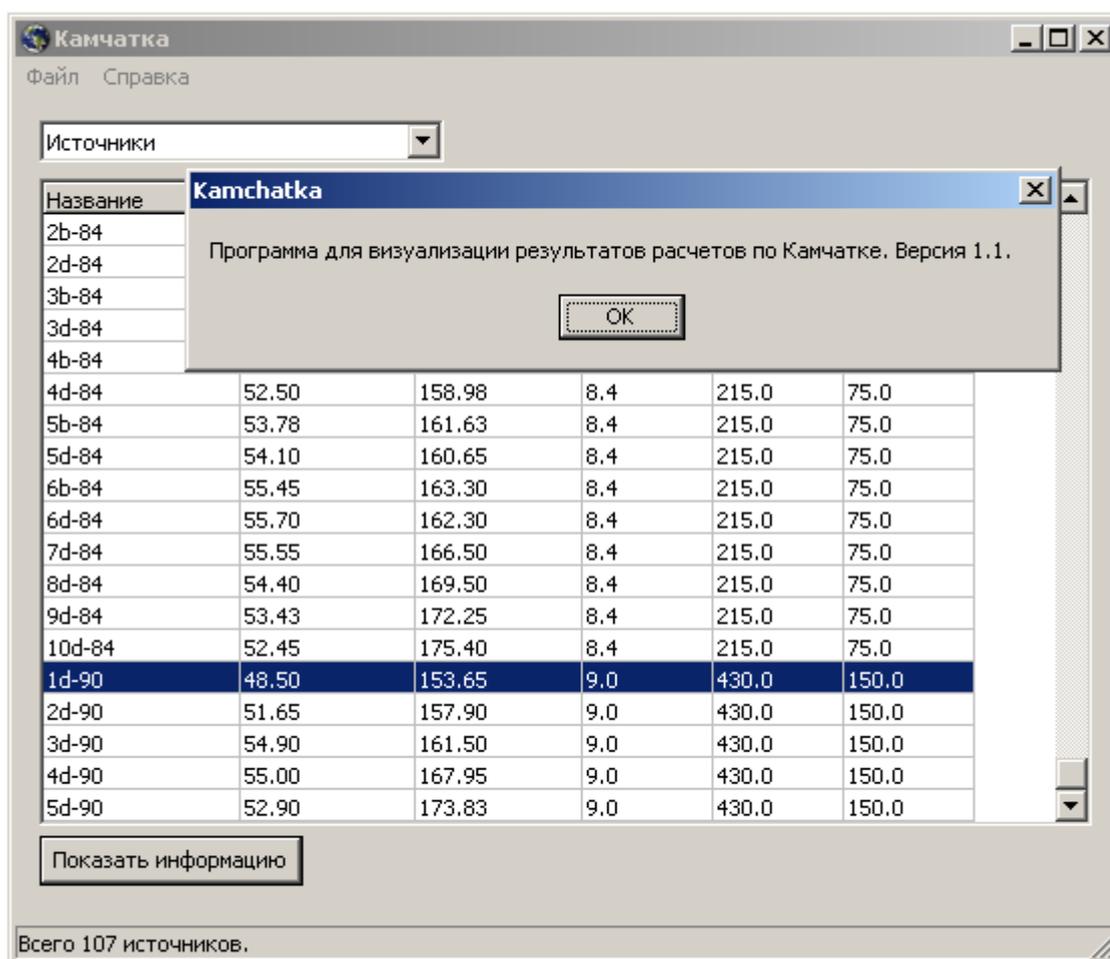


Рисунок 38. Первый экран. Табличное представление каталога модельных цунамигенных землетрясений или каталога защищаемых пунктов (окно сверху, слева). Кнопка доступа к информации о конкретном элементе списка.

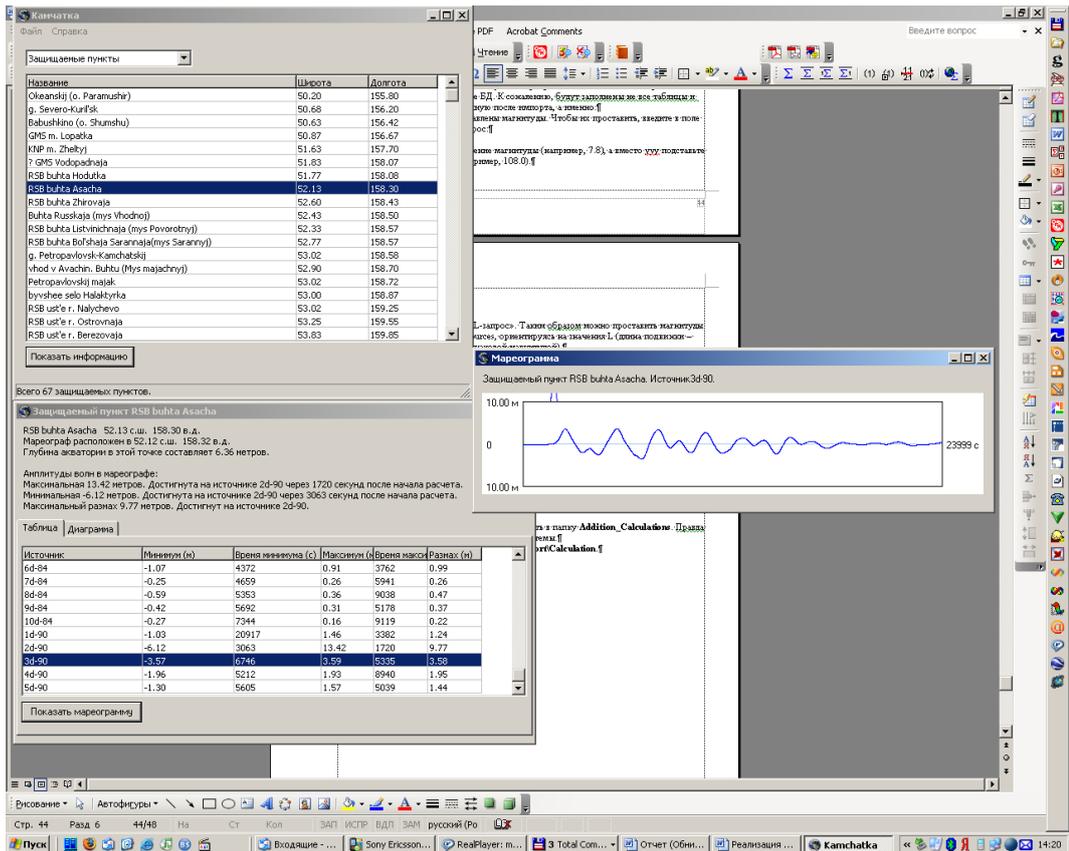


Рисунок 39. Окно доступа к информации о проявлении цунами в защищаемом пункте. Справа – соответствующая мареограмма.

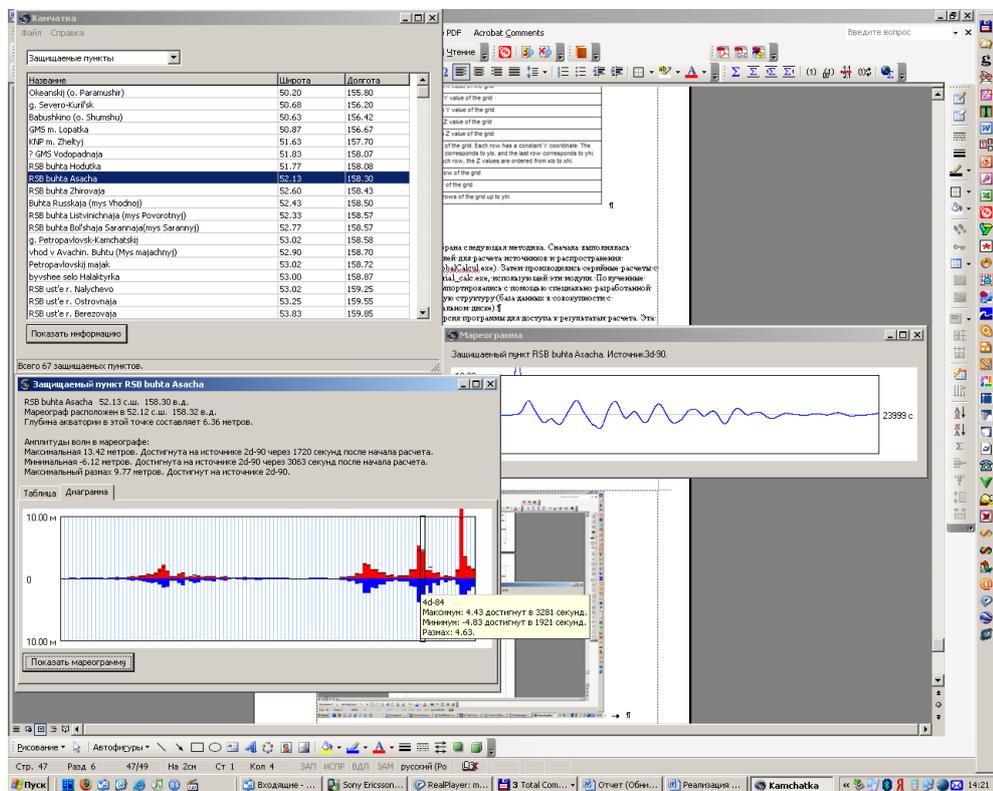


Рисунок 40. Окно доступа к информации о проявлении цунами в защищаемом пункте. Справа – соответствующая мареограмма, внизу – распределение характеристик проявления волны, порожденных различными модельными землетрясениями в конкретной точке. В контекстном окне – информация о числовых значениях «в конкретном пункте – от конкретного землетрясения».

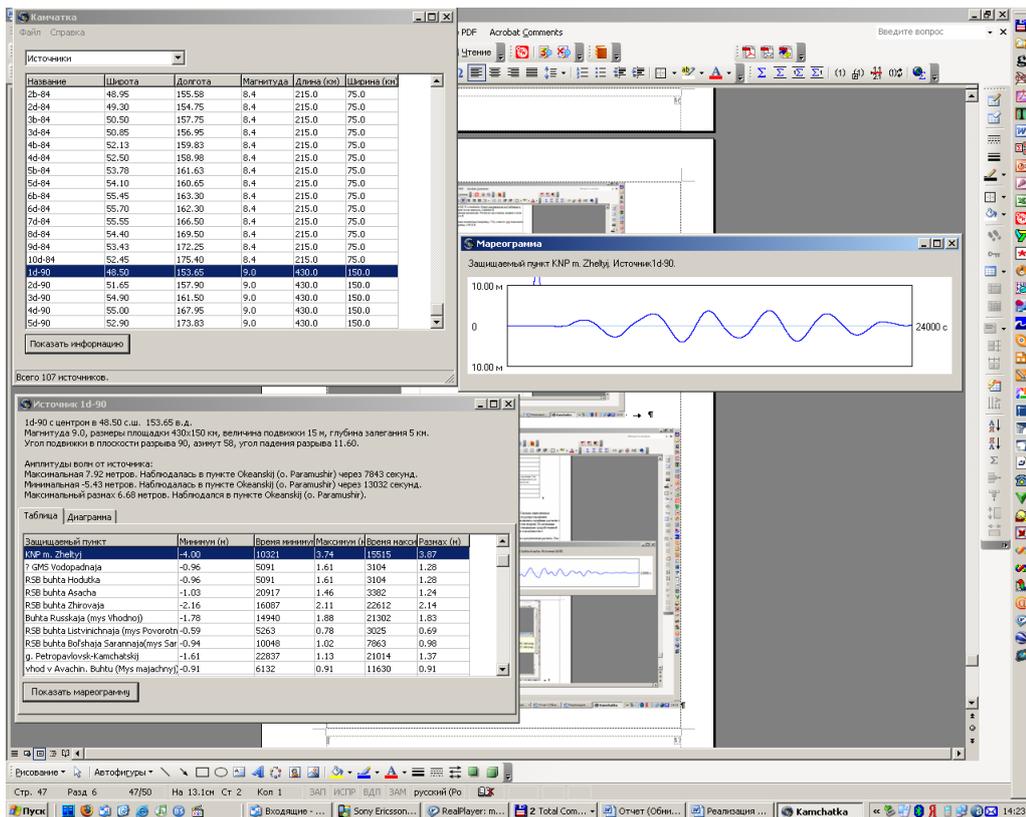


Рисунок 41. Окно доступа к информации о проявлении цунами, порожденного конкретным модельным цунамигенным землетрясением в защищаемом пункте. Справа – соответствующая мареограмма.

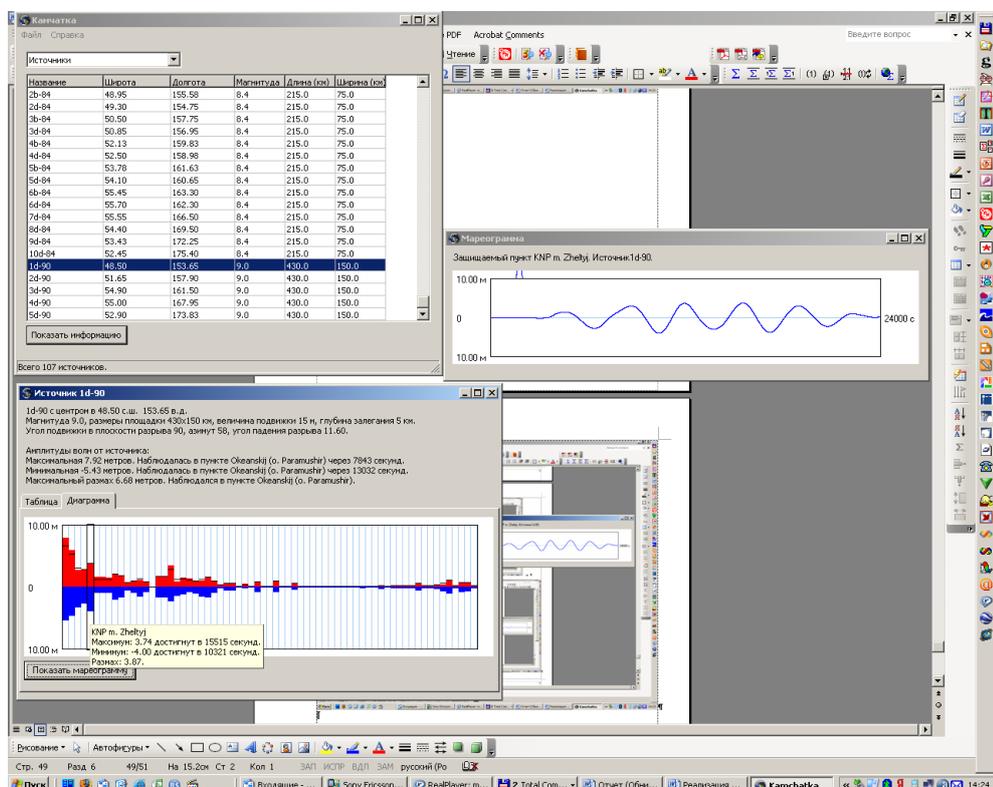
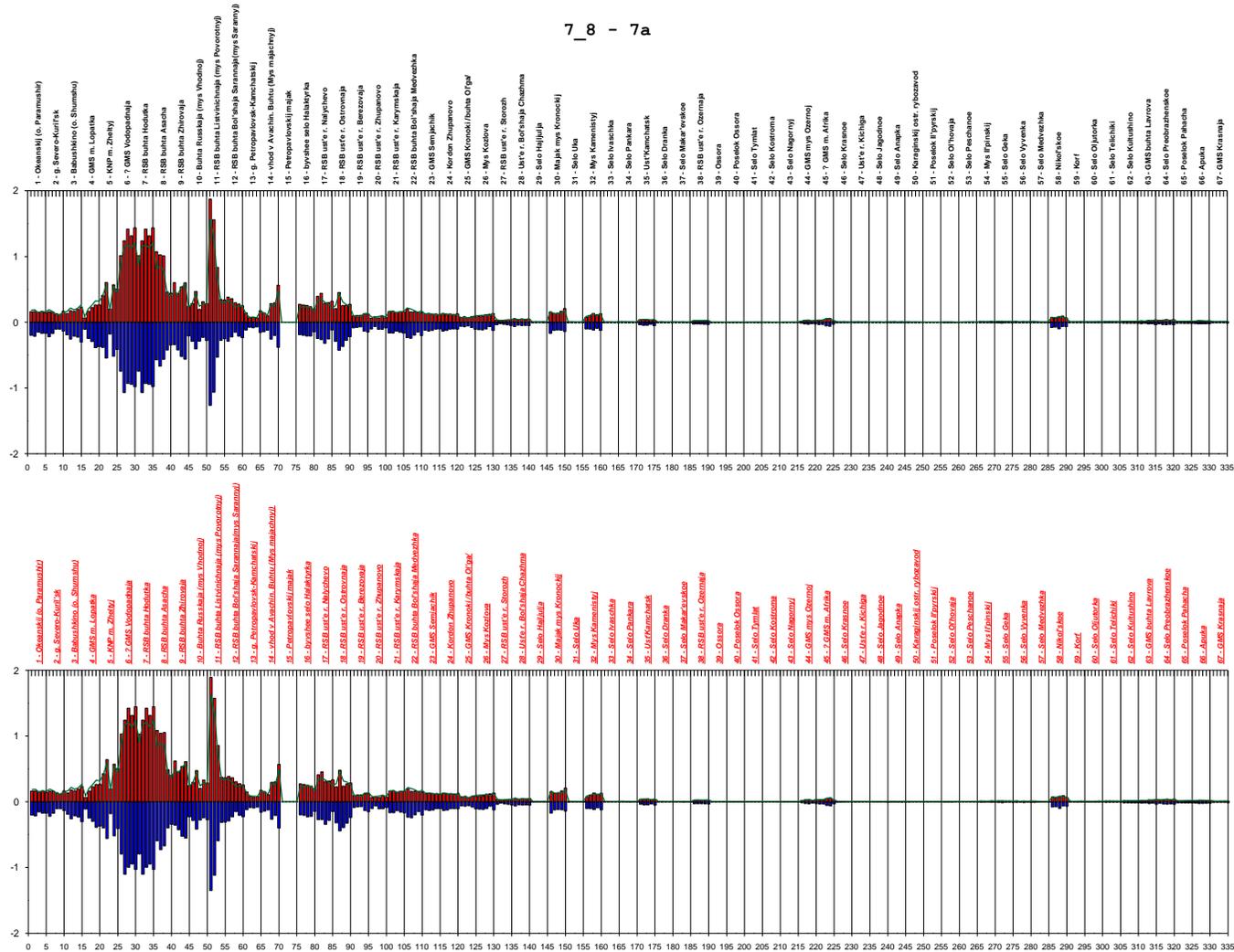
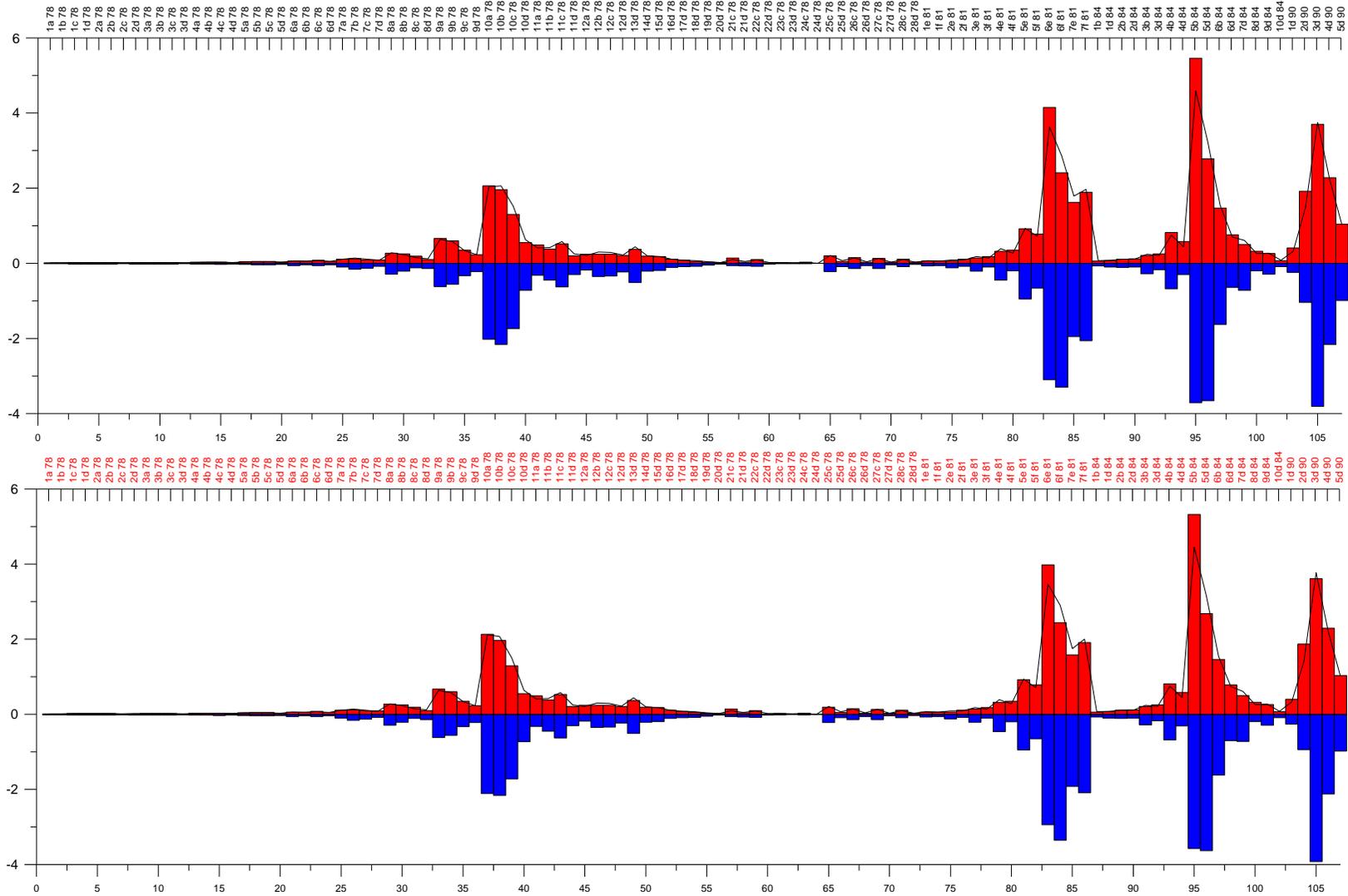


Рисунок 42. Окно доступа к информации о проявлении цунами, порожденного конкретным модельным цунамигенным землетрясением в защищаемом пункте. Справа – соответствующая мареограмма, внизу – распределение характеристик проявления волн, порожденных конкретным модельным землетрясением во всех защищаемых пунктах. В контекстном окне – информация о числовых значениях «от конкретного землетрясения – в конкретном пункте».



**Рисунок 43. Пример распределения характеристик проявлений волн цунами, порожденных модельными цунамигенными землетрясениями по защищаемым пунктам. Красный цвет соответствует расчетам, выполненным по нелинейным уравнениям теории мелкой воды. Полный набор в Приложении 5 (файл – 5\_Distribution-Points.doc)**

**Mys Kozlova**



**Рисунок 44. Пример распределения характеристик проявлений волн цунами в защищаемых пунктах (по землетрясениям).  
Красный цвет соответствует расчетам, выполненным по нелинейным уравнениям теории мелкой воды.  
Полный набор в Приложении 6 (файл – 6\_Distribution-Sources.doc)**