

Важенин Б. П.

*Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт ДВО РАН, г. Магадан
vazhenin@neisri.ru*

Введение

Северное Охотоморье как часть большого и глубокого моря – находится по соседству с мощными цунамигенерирующими зонами Курильской вулканической дуги и всего Тихого океана. Однако в сознании населения и руководителей региона сложилось мнение о пренебрежимо низком уровне его цунамиопасности. Цунами, вопреки этому, в Северном Охотоморье все же бывают, хотя и реже, чем у восточных берегов Камчатки и Курил. Суждение об их отсутствии здесь объясняют слабостью и редкостью действия местных сейсмических источников цунами. Так, за период инструментальных наблюдений на Североохотоморском шельфе не отмечались землетрясения с магнитудой выше 5,8. Недостаточно известны сведения о срывах крупных обвалов с северных берегов Охотского моря, как былых и потенциальных источниках цунами. Не рассматриваются в качестве источников цунамиопасности для Северного Охотоморья вероятные взрывные извержения многочисленных курильских вулканов – особенно подводных. Преувеличивается экранирующая роль Курильской островной дуги, якобы надежно заслоняющей Охотское море от мощных тихоокеанских сейсмических источников. Утверждения о почти нулевой цунамиопасности высказываются вопреки опубликованным достоверным данным о былых средних и сильных цунами в бух. Нагаева [8, 16].

О возможности проявления цунами у северных берегов Охотского моря

Геофизик Б.М. Седов, специалист по сейсмическому зондированию многолетнемерзлых пород [14, 15] отмечает непригодность для возникновения цунами тектонического строения Северо-Охотоморского шельфа, перекрытого рыхлыми слоистыми осадками, гасящими сейсмические колебания коровых очагов, а также преобладание горизонтальных тектонических движений, не способствующих генерированию цунами. Позже [10] на основе выполненного изучения археологических стоянок на северных берегах Охотского моря [9], в том числе Ольской, был сделан вывод о том, что, если цунами в Примагаданье и были, то с высотой волн не более 3 м.

Ольская стоянка на мысу Восточный расположена на абсолютной высоте не менее 6 м, а защищающий ее от моря береговой уступ на 7 м превышает уровень максимального прилива. Отметка на карте м-ба 1:50 000 вблизи стоянки составляет 7,1 м. В течение 28-дневного приливного цикла уровень моря здесь колеблется с амплитудой до 5 м. А поскольку цунами подходят к берегам, в том числе, и в «малую воду», то корректно утверждать, что у мыса Восточный могли быть цунами с высотой волн менее 12 м (7 м + 5 м), а не – «менее 3 м». Кроме того, в прогнозе, следует учитывать разные высоты волн одного и того же цунами на разных участках берега. На входных мысах они, как известно, бывают в несколько раз ниже, чем в вершинах выклинивающихся по горизонтали и вертикали бухт. Именно такая ситуация характерна для бухт Веселая, Гертнера и мыса Восточный. Недаром японское слово цунами переводится, как «большая волна в гавани».

Утверждение об отсутствии вертикальных тектонических движений в Северном Охотоморье [14] опровергается обнаружением таковых при изучении сигланских сейсмодетонаций и сбросообвала Большой Забияка [6]. Не препятствует генерированию цунами в Тауйской губе от местных – не самых сильных землетрясений – незначительная мощность здесь рыхлых отложений. Об этом может свидетельствовать возникновение явно выраженных ледовых деформаций в бух. Гертнера вследствие цунами, вызванного Спафарьевским землетрясением 2001 г. [4, 5].

Задokumentированы многочисленные деформации ледового припая в бух Гертнера, возникшие в результате слабого цунами от Спафарьевского землетрясения 4(5) января 2001 г. ($M=4,6$, $H=5$ км). Вследствие выдавливания напором воды снизу пластичного вертикально-полосчатого льда-заполнителя из шарнирных приливных трещин и замерзания выплесков воды, они приобрели необычный вид, сходный с рифтовыми долинами. Ширина клиновидных в вертикальном разрезе выплесков толщиной около 5 см достигала 1-5 м и более. Ближе к краю припая наблюдались сдвиги и раздвиги расколотых и вскоре смерзшихся льдин с амплитудой до 5 м и более. Обнаружен случай выбивания из рыболовной лунки новообразованного льда – подобно пробке из бутылки [4, 5]. К счастью, это цунами пришло в темное время суток, когда на льду не было рыбаков. Факт образования

таких ледовых деформаций в 2001 г. свидетельствует о возможности проявления цунами даже при столь низких параметрах мелкофокусных землетрясений в Тауйской губе.

В научной литературе имеются сведения о двух цунами в бух. Нагаева, относящихся к классу средних и даже сильных по 5-балльной шкале. Так, 4(5) ноября 1952 г. произошло катастрофическое Южно-Камчатское землетрясение ($M=8,5$, $H=20-30$ км) [2, 8, 16]. Возникшими при этом волнами цунами высотой до 10-12 м был разрушен г. Северо-Курильск. 20-метровые волны обрушились на берег бухты Китовой на юго-востоке о. Парамушир (рис. 1 а).

Судя по лаконичному описанию этого события в бух. Нагаева [8], здесь, по-видимому, не было увеличения высоты и крутизны переднего фронта волны, характерного для мощных цунами при их подходе к отлогим берегам, по крайней мере, в районе торгового порта, что не исключает такого эффекта на пляже бухты в ее вершине, что можно объяснить особенностями морфологии бухты, расширяющейся на 1,5 км к востоку от г. Каменный Венец (рис. 2). При этом в клиновидной бух. Гертнера цунами, вероятно, подходило к берегу в его классическом варианте – в виде стены. К сожалению, опубликованных свидетельств этого предположения найти не удалось. Высота волн, проникших в Охотское море, от Южно-Камчатского цунами 1952 г. достигала в бух. Нагаева 2 м. При этом на Сахалине (зал. Анива) отмечался уровень подъема воды лишь до 1 м (рис. 1 а).

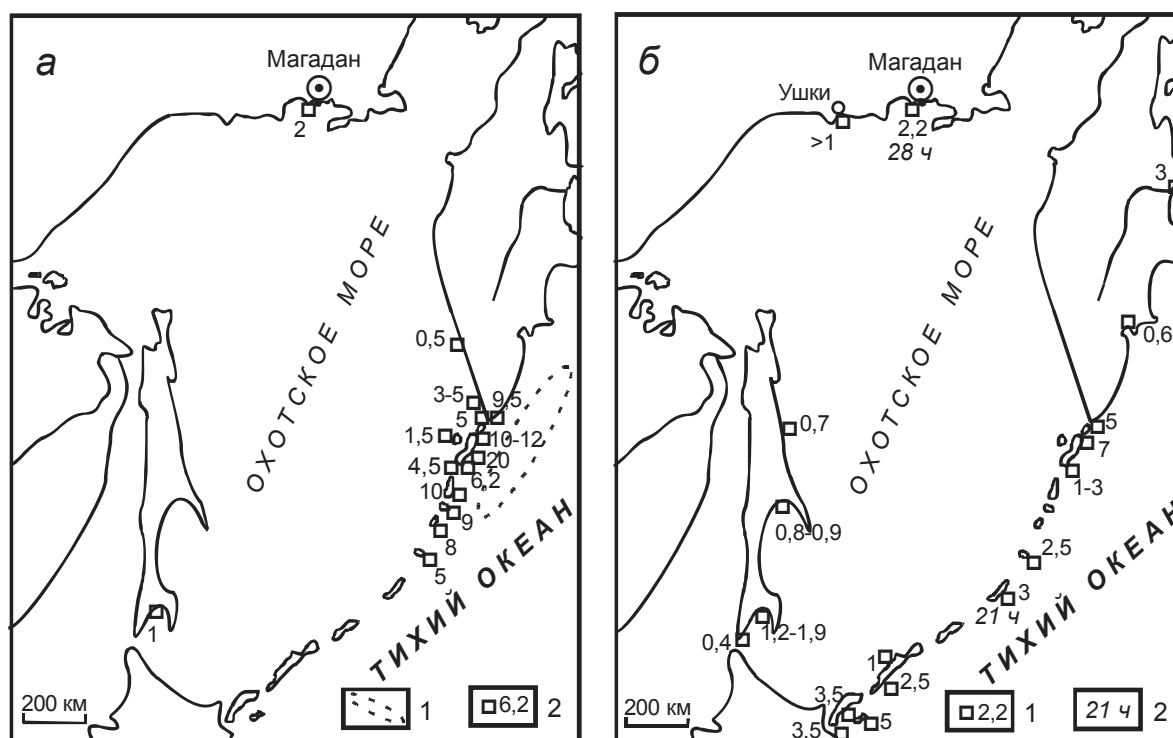


Рис. 1. Высоты волн Южно-Камчатского 1952 г. (а) и Чилийского 1960 г. (б) цунами в Охотском море и в Тихом океане по [3, 8, 12, 16]: а) 1 – очаг землетрясения ($M=8,5$, $H=20-30$ км) и цунами 1952 г.; 2 – высоты волн цунами 1952 г. в метрах; б) 1 – высоты волн цунами 1960 г. в метрах; 2 – время добегания (в часах) первой волны от источника цунами у берегов Чили до Курильских островов и бух. Нагаева

В 1960 г. цунами от среднечилийских землетрясений (два толчка с $M=8,5$) добежало до Северного Охотоморья за 28 час (рис. 1 б). Мареограф в бух. Нагаева зафиксировал 5 волн высотой до 2,2 м. По высоте (от 2 до 4 м) это цунами относится к классу сильных – 3 балла по 5-балльной шкале. В разных частях сахалинского побережья волны были ниже: 0,4, 0,7, 0,8, 0,9, 1,2, 1,9 м [8].

С охотоморской стороны Курильской гряды насчитывается до 116 подводных вулканов [12]. Следы неоднократных катастрофических взрывов отмечены на вулканах Севергина, Алайд, Тятя [13]. В 1933 г. взрыв вулкана Севергина на курильском о. Харимкотан обрушил его вершину в Тихий океан. Обвал объемом около 80 млн m^3 вызвал цунами высотой до 9 м на о. Парамушир, удаленном на 150 км. Несколько меньший обвал рухнул в XVIII веке с этого вулкана в Охотское море.

Под клифами в Северном и Северо-западном Приохотье изучено 20 крупных береговых обвалов объемами до 40 млн m^3 : Аянский рой из 10 обвалов [1, 18], Гадикан-6,3¹, Шилкан-10,

¹ Числа в названии обвалов означают их объемы в млн m^3

Шилкан-1,5, Чуткавар-6, Чуткавар-1,6, Восточный-0,3, Черный-6, Клешня-39, Большой Забияка-5, Забияка-1-18 [7]. Все они при обрушении в море могли генерировать высокие, но локальные цунами.

5 апреля 2009 г. в бух. Гертнера произошло внезапное (при штиле) дробление края ледового припая шириной около 1 км. На битом льду оказалось 18 автомашин с рыбаками. Местами наблюдалось фонтанирование воды из лунок высотой до 2-3 м. Достаточно сильных сейсмических событий коррелирующихся по времени с дроблением льда не найдено. Не исключено, что волну могло генерировать подводное извержение одного из многочисленных вулканов на юге Охотского моря. Имеются и другие свидетельства рыбаков, офицеров-подводников, бурильщиков морских донных отложений о случаях внезапного (при безветренной погоде) синусоидального деформирования ледового припая магаданских бухт и/или разрушения его края.

Если такие загадочные ледовые деформации происходят при совсем слабых волновых воздействиях моря, то, что может быть в случаях подходов к припаяю – с сотнями и тысячами рыбаков на нем – волн высотой хотя бы в 1-2 м?

К былым и потенциальным источникам цунами для Северного Охотоморья можно отнести:

1) сейсмические – а) слабые североохотоморские, б) мощные курильские, в) мощные удаленные тихоокеанские;

2) вулканические – разной мощности (на юге Охотского моря);

3) обвальные (на северных берегах Охотского моря);

4) космические (падение болидов в море; вероятность мала, но не исключается вовсе);

5) техногенные (взрывы ядерных и термоядерных зарядов, судовых ядерных реакторов).

Специфика проявления цунами в Северном Охотоморье

Как показывает анализ проявления сильнейших цунами в Охотском море, «Курильский экран», защищающий его от действия мощных тихоокеанских источников, эффективен тогда, когда эпицентры сильных цунамигенерирующих землетрясений, приуроченных к Курильскому желобу, не попадают в створы курильских проливов. Так, Охотское море было заслонено от более сильного воздействия Южно-Камчатского цунами 1952 г. полуостровом Камчатка и крупными островами Шумшу и Парамушир. Случись такое мощное землетрясение в створе одного из широких (до 90 км) и глубоких (до 2500 м) проливов – Буссоль или Крузенштерна, цунами в Охотском море было бы значительно сильнее.

Примечательно, что самый высокий уровень (2 м) Южно-Камчатского цунами 1952 г. по всему Охотскому морю, если не считать совсем близкий к очагу мыс Лопатка, наблюдался в бух. Нагаева. Высочайший уровень Чилийского цунами 1960 г. в Охотском море (2,2 м) зарегистрирован мареографом опять в бух. Нагаева. Также наиболее высокий уровень (0,72 м) для Охотского моря отмечен здесь и при Симуширском цунами 2006 г. [11, 17].

Северное Охотоморье с Тауйской, Гижигинской и Пенжинской губами обладает ясно выраженными «фокусирующими» свойствами, обеспечивающими сужение фронта волн и увеличение их высоты при входе в выклинивающиеся по горизонтали и вертикали заливы и бухты. К тому же и разные участки Тауйского побережья обладают различными фокусирующими свойствами. Так, в бух. Гертнера, заслоненной п-овом Старицкого от прямого воздействия волн слабого цунами, возникшего при Спафарьевском землетрясении, ледовые цунамигенные деформации были выражены гораздо лучше, чем в открытой в сторону эпицентра бух. Нагаева [4, 5]. Причина этого видится в различной их морфологии (рис. 2). Бух. Нагаева – почти бутылковидная в плане, с зауженным входом в нее, Гертнера – клиновидная. В первой живое сечение воды возрастает от 70000 м² на входе – в створе г. Каменный Венец – до 80000 м² в створе торгового порта; во второй – уменьшается в 7 раз: с 42000 м² на входе в систему смежных бухт Гертнера и Веселая до 6000 м² в створе руч. Кедровый Ключ. Еще много более могут сужаться по горизонтали волны цунами при вторжении их в долины рек Магаданка и Дукча, впадающих в бух. Гертнера, а также руч. Марчекан, впадающего в бух. Нагаева.

На Североохотоморском побережье в бухтах Окса, Островная, Светлая, Гертнера и, особенно, в полужакрытой бух. Нагаева до 6-7 месяцев году сохраняется ледовый припай, что делает опасными для многочисленных рыболовов даже слабые цунами, такие как Спафарьевское 2001 г. Риск от них велик и в лососевую путину, когда на морских пляжах и в устьях рек действуют лицензионные участки.

Большие амплитуды приливных колебаний уровня моря (до 5 м в Примагаданье) с одной стороны снижают воздействия цунами на побережье в «малую воду», с другой – являются показателем высоких фокусирующих (кумулярующих) свойств побережья.

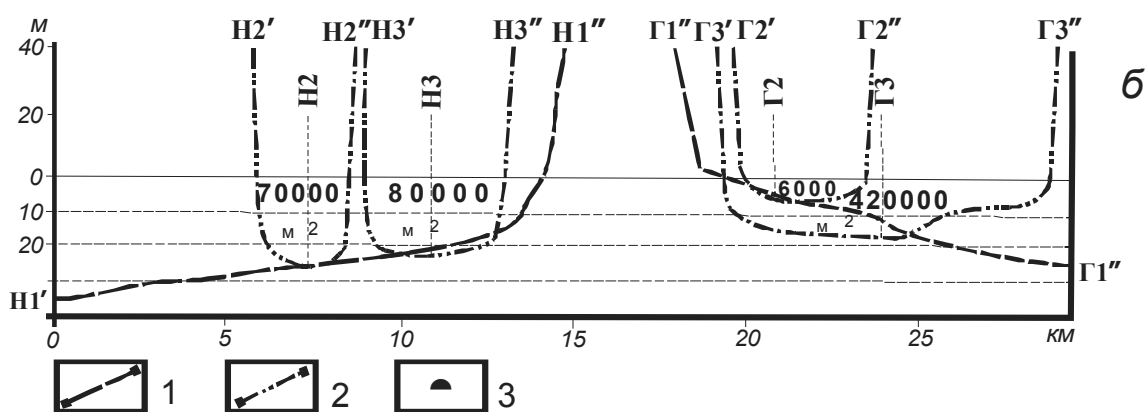
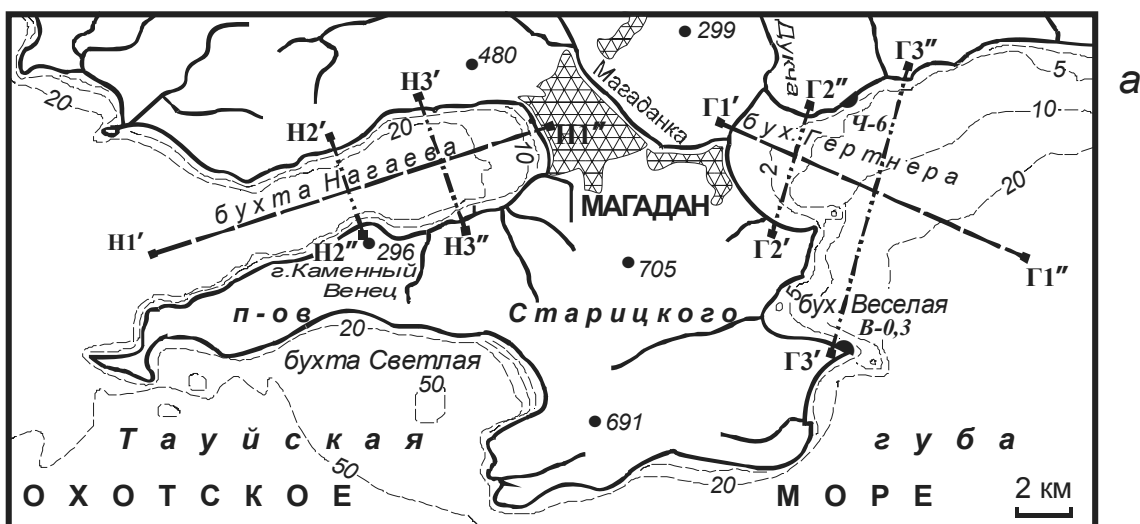


Рис. 2. Морфология магаданских бухт в плане (а) и на гипсометрических профилях (б): 1 – продольные профили через бухты Нагаева (Н1'–Н1'') и Гертнера (Г1'–Г1''); 2 – поперечные профили через бухты Нагаева (Н2'–Н2'', Н3'–Н3'') и Гертнера (Г2'–Г2'', Г3'–Г3''); 3 – береговые обвалы в бухтах Гертнера – Черный-6 (Ч-6) и Веселая – Восточный-0,3 (В-0,3)

Заключение

В Северном Охотоморье для проявления сильных цунами есть все:

- а) большое (1,603 млн км²) и глубокое (до 3521 м) Охотское море;
- б) соседство с одной и мощнейших на планете цунамигенерирующих зон – сейсмической и вулканической природы – Курильской;
- в) местные землетрясения на шельфе силой, хотя и меньшей, чем в Курильской зоне, но более опасные из-за малого времени добегания волн до обитаемых берегов Магаданской области;
- г) наличие 20 древних крупных морских береговых обвалов объемами до 40 млн м³, которые (не древние, а новые) также могут генерировать локальные, но высокие цунами;
- д) высокие кумулирующие свойства Тауйского побережья.

Опубликованные ранее и приведенные в этой статье, данные свидетельствуют о том, что:

- 1) В Примагаданье совсем недавно бывали сильные цунами – до 3 б. по 5-балльной шкале.
- 2) Примечательно, что высочайшие их уровни по Охотскому морю за инструментальный период наблюдений зарегистрированы в бух. Нагаева (до 2 и 2,2 м в 1952 и 1960 гг.).
- 3) Потенциал вероятных источников цунами достаточен для проявления цунами у берегов Магаданской области силой до 4 баллов (очень сильные по 5-балльной шкале) и более.
- 4) Из-за наличия в магаданских бухтах в течение полугода ледового припая (а на нем рыболовов) здесь опасны даже слабые цунами.

Кроме того, выявлены геолого-геоморфологические следы древних цунами высотой до 7 м над уровнем максимального прилива (эти данные нуждаются в дополнительном подтверждении).

Особенности проблемы исследования цунами в Северном Охотоморье:

- 1) Из-за редкости цунами северные берега Охотского моря менее пригодны для составления хронологии цунами и цунамигенерирующих явлений, чем камчатские и курильские. Шурфовка

цунамигенных осадков (цунамитов) осложняется здесь наличием многолетней мерзлоты даже у самого моря. Изучение цунамитов возможно преимущественно в уступах пойменных и надпойменных террас. В Северном Приохотье почти нет маркирующих прослоев вулканических пеплов, широко и эффективно используемых на Камчатке и Курилах, для датирования цунами.

2) Малая частота проявления цунами затрудняет прогнозирование их высот, дистанций внедрения на сушу, выявление наиболее цунамиопасных мест и, самое главное, порождает беспечность, мешающую их изучению и реализации мер по снижению цунамигенного риска.

3) Несмотря на наличие убедительных свидетельств о совсем недавних (1952, 1960, 2006 гг.) цунами в Северном Охотоморье почему-то требуются доказательства их возможности здесь.

4) Актуальность выполнения оценки цунамиопасности в Северном Охотоморье много выше, чем на Камчатке и Курилах. Там давно известно о том, что сильные цунами были и возможны в будущем. Здесь же надо доказывать даже их принципиальную возможность вопреки алогичным, и противоречащим известным фактам, утверждениям обратного.

Список литературы

1. Алексеев М.Д., Онухов Ф.С., Уфимцев Г.Ф. Сбросообвалы на северо-западном побережье Охотского моря // Геол. и геофиз. 1975. № 8. С. 87-95.
2. Апродов В.А. Зоны землетрясений. (Природа мира). М.: Мысль, 2000. 461 с.
3. Атлас Сахалинской области. М.: ГУГК, 1967. 135 с.
4. Важенин Б.П. Деформации ледового покрова, как источник сведений о цунами и землетрясениях (на примере Северного Охотоморья) // Материалы «XII Совещания географов Сибири и Дальнего Востока». Владивосток: Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, 2004. С. 74-76.
5. Важенин Б.П. К оценке цунамиопасности в Северном Охотоморье // Наука Северо-Востока России – начало века: материалы Всероссийской научной конференции, посвященной памяти академика К.В. Симакова и в честь его 70-летия (Магадан, 26-28 апреля 2005 г.). Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 2005. С. 245-249.
6. Важенин Б.П. Коррекция параметров Ямского и Артыкского землетрясений с применением палеосейсмогеологической методики // Настоящий сборник.
7. Важенин Б.П., Лебединцев В.И. Обвалы морских берегов как объекты для археологических исследований // Диковские чтения: Материалы научно-практической конференции, посвященной 75-летию со дня рождения чл.-кор. РАН Н.Н. Дикова. Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 2001. С. 115-122.
8. Исторические сведения о цунами в Охотском море // Монографический справочник. Проект «Моря» Гидрометеорология и гидрохимия морей. Т. IX. Охотское море. Выпуск 1. Гидрометеорологические условия. СПб: Гидрометеоздат, 1998. С. 225–226.
9. Лебединцев А.И. Древние приморские культуры Северо-западного Приохотья. Л.: Наука, 1990. 260 с.
10. Лебединцев А.И., Седов Б.М. Археологические памятники в оценке цунами на Северном побережье Охотского моря // Наука Северо-Востока России – начало века: материалы Всероссийской научной конференции, посвященной памяти академика К.В. Симакова и в честь его 70-летия (Магадан, 26-28 апреля 2005 г.). Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 2005. С. 568, 569.
11. Левин Б.В., Кайстренко В.М., Рыбин А.В., Носов М.А., Пинегина Т.К., Разжигаева Н.Г., Сасорова Е.В., Ганзей К.С., Ивельская Т.Н., Кравчуновская Е.А., Колесов С.В., Евдокимов Ю.В., Бурджуа Д., Макиннесс Б., Фицхью Б. Проявления цунами 15.11.2006 г. на Центральном Курильских островах и результаты моделирования высот заплесков // ДАН, 2008. Т. 419. № 1. С. 118-122.
12. Международный геолого-геофизический атлас Тихого океана. Удинцев Г.Б. (ред.). МОК (ЮНЕСКО), РАН, ФГУП ПК «Картография», ГУНиО. М., СПб, 2003. 192 с.
13. Мелекесцев И.В. Вулканизм и рельефообразование. М: Наука, 1980. 212 с.
14. Седов Б.М. Оценка цунамигенной опасности Примагаданского сектора Охотского моря // Проблемы геологии и металлогении Северо-Востока Азии на рубеже тысячелетий: В 3 т. Т. 1. Региональная геология, петрология и геофизика: Материалы XI сессии Северо-Восточного отделения ВМО «Региональная научно-практическая конференция, посвященная 100-летию со дня рождения Ю.А. Билибина» (Магадан, 16-18 мая 2001 г.). Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 2001 г. С. 282-284.
15. Седов Б.М. К оценке цунамигенной опасности примагаданской части побережья Охотского моря (исторический аспект) // Проблемы комплексного геофизического мониторинга Дальнего Востока России. Вторая региональная научно-техническая конференция. Петропавловск-Камчатский. 11-17 октября 2009 г. Тезисы докладов. Петропавловск-Камчатский: ГС РАН, 2009. С. 140.
16. Тихий океан. Атлас океанов. М.: ГУНиО МО СССР, 1974. 323 с.
17. Тихонов И.Н., Василенко Н.Ф., Золотухин Д.Е., Ивельская Т.Н., Поплавский А.А., Прытков А.С., Спириин А.И. Симуширские землетрясения и цунами 15 ноября 2006 года и 13 января 2007 года. Тихоокеан. геол. 2008. Т. 27. № 1. С. 3–16.
18. Уфимцев Г.Ф. Сбросообвалы как вид дислокаций приповерхностных частей литосферы // Тихоокеан. геол. 1993. № 1. С. 31-38.