

РЕЗУЛЬТАТЫ ОПЫТНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМАТИЧЕСКИХ ПОСТОВ НАБЛЮДЕНИЯ ЗА УРОВНЕМ МОРЯ (АП) В ПОРТАХ КОРСАКОВ И ХОЛМСК

Ивельская Т.Н.¹, Шевченко Г.В.²

¹ ГУ "Сахалинское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды",

г. Южно-Сахалинск, tanya.ivelkaya@gmail.com

² Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН, г. Южно-Сахалинск

Введение

Одним из основных направлений развития Службы предупреждения о цунами (СПЦ), является обеспечение информацией об уровне моря для выявления цунами. Развертывание автоматизированных постов наблюдения за уровнем моря в прибрежных районах Сахалинской области с целью прогноза и оперативного предупреждения об опасности цунами, оценки продолжительности действия тревоги цунами являются насущной необходимостью для уменьшения (предотвращения) ущербов от цунами и включения в единую систему сбора информации об уровне моря.

Принятая Правительством РФ Федеральная целевая программа «Снижение рисков и смягчение последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в РФ до 2010 года» (ФЦП) предусматривает как один из основных элементов развития отечественной СПЦ создание сети телеметрических регистраторов цунами, передающих в реальном времени информацию о развитии волнового процесса на защищаемом побережье. Предполагается установка 17 регистраторов на дальневосточном побережье России, из них 11 приборов на Сахалине и Курильских островах.

Особенностью развиваемой на дальневосточном побережье России сети телеметрических регистраторов цунами является то, что они устанавливаются в непосредственной близости у берега в населенных пунктах. Это ограничивает возможность использования поступающей от них информации непосредственно для предупреждения населения данного пункта, а также делает более острой проблему снижения искажающего влияния волнения, которая не возникает при установке датчика на шельфе.

В статье обсуждаются некоторые проблемные вопросы, связанные с анализом опыта эксплуатации первых подобных регистраторов в Корсакове и Холмске. Были проанализированы записи длинноволновых процессов, полученные при помощи телеметрических регистраторов цунами, установленных в портах Корсакова (AANDERAA, Норвегия и ГМУ-2, Россия) и Холмска (AANDERAA, Норвегия) в рамках ФЦП.

Выполнен сравнительный анализ полученных записей во время прохождения циклона и в обычную погоду, для учета возможного возрастания энергии в диапазоне волн цунами при активизации атмосферных процессов. Главное внимание было сосредоточено на возможности использования выработанного главным образом на опыте глубоководных измерений критерия выделения опасного сигнала – изменение уровня за 1 минуту превышает 5 см.

Сравнительные характеристики регистраторов цунами ГМУ-2 и AANDERAA по результатам измерений в порту Корсаков.

В октябре 2007 года в рамках ФЦП «Снижение рисков и смягчение последствий...» в порту Корсакова, с северной стороны северного пирса, установлены два измерителя придонного гидростатического давления (удаленных регистратора цунами), один производства фирмы AANDERAA (Норвегия), второй - ГМУ-2, разработки ЦКБ ГМП Росгидромета (Обнинск).

С целью определения эффективности разработанной системы регистрации для целей Службы предупреждения о цунами (СПЦ), а также сравнительной характеристики работы приборов, были проанализированы синхронные ряды наблюдений за апрель-май 2008 года (с 7.04 по 25.05. 2008). Вопрос о качестве работы приборов был обусловлен тем обстоятельством, что заложенный в системе критерий выявления опасной ситуации (скорость изменения уровня за 1 минуту должна превышать 5 см) превышался неоднократно, и не всегда на обоих датчиках одновременно.

Проведенный анализ представленных материалов показал, что за период с 7 по 30 апреля были зафиксированы на ГМУ 41 случай превышения указанного критерия (максимальное значение скорости изменения уровня составило 12.1 см), а на датчике норвежского производства таких случаев

отмечено 89 (максимум 12.3 см). Все эти случаи приходились на 13-14 и 24 апреля, когда наблюдалось усиление волнения в районе измерений, хотя имевшие место синоптические условия нельзя назвать штормовыми. На рис.1. представлены фрагменты исходных записей на различных приборах длительностью 5 суток. Видно, что на фоне значительных приливных колебаний отличия в показаниях приборов выглядят незначительными.

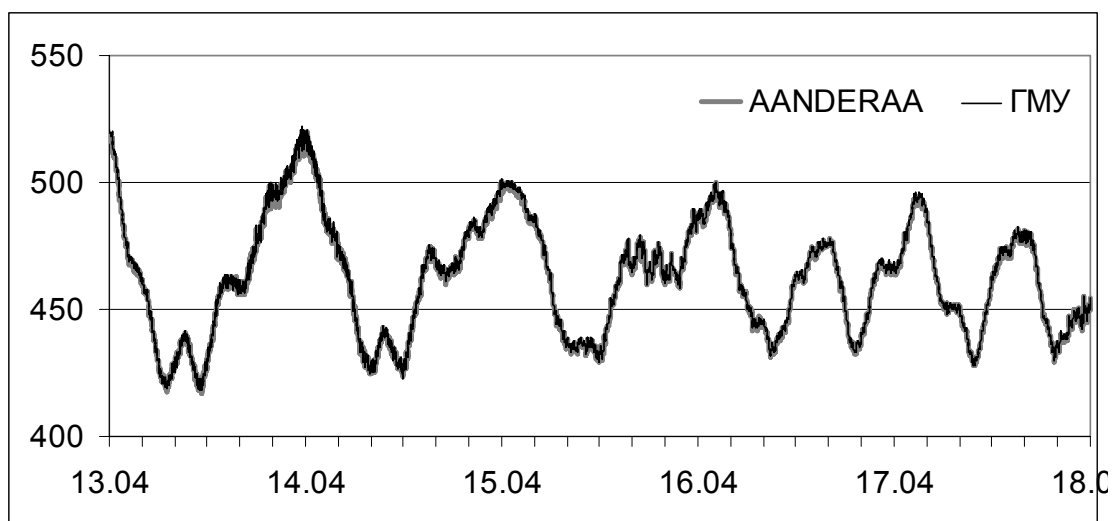


Рис.1. Пятисуточные синхронные отрезки записи на различных приборах в Корсакове, в апреле 2007 года.

Одной из возможных причин таких различий может быть разная температурная зависимость приборов. Однако данная причина представляется все же маловероятной, так как корреляции между температурой воды, измерявшейся на одном из приборов, и рядом разностей уровня, не было обнаружено (рис.2). На более продолжительном ряде более отчетливо проявляются приливные вариации разностей уровня, более низкочастотные вариации выявить сложно, по крайней мере, они не имеют значительной величины. Гораздо более серьезной проблемой представляется увеличение расхождений при ситуациях, связанных с усилением волнения. Таковых в течение апреля 2008 года отмечено две, еще три, менее выраженных, в мае. Рассмотрим первую из них, наблюдавшуюся 13-14 апреля, более детально.

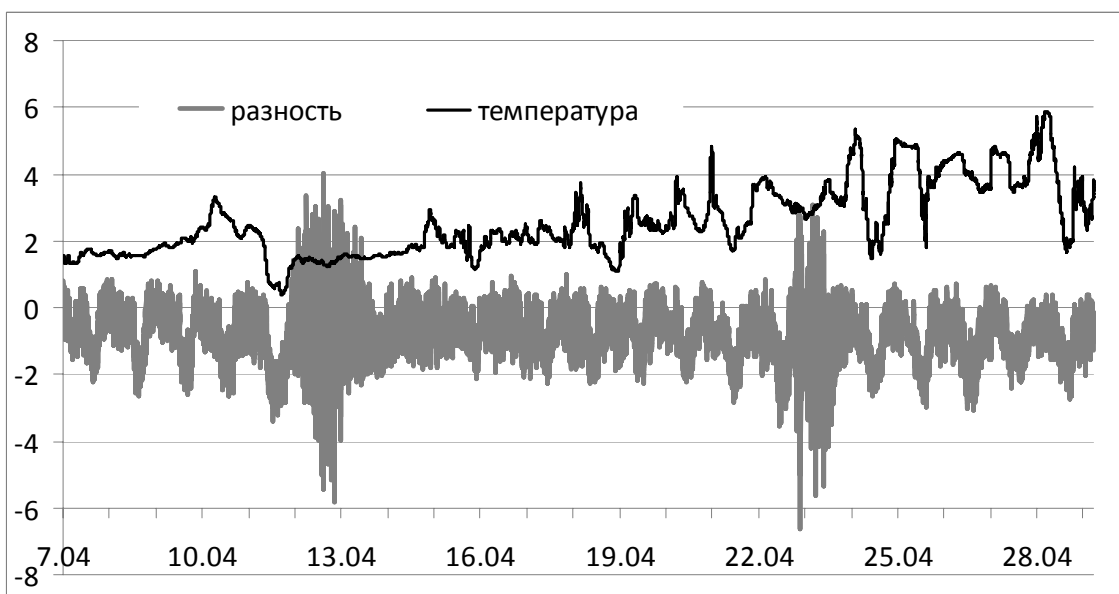


Рис.2 Ряд разностей значений уровня (в см) по измерениям на различных приборах и график хода температуры морской воды (°C) за интервал времени 7 – 30 апреля.

Расчет спектральной плотности по двухсуточным отрезкам данных наблюдений в период шторма 13-14 апреля 2007 года на различных станциях показал, что в диапазоне периодов от 4 до 100

мин кривые спектральной плотности для обоих приборов практически не имеют наклона, а в высокочастотной части (периоды 2- 4 мин) резко возрастают. Такой характер спектра типичен для сильного проявления илиасинга, то есть проникновения энергии ветровых волн в более низкочастотный диапазон в результате процедуры осреднения данных.

Такой характер спектра типичен для сильного проявления илиасинга, то есть проникновения энергии ветровых волн в более низкочастотный диапазон в результате процедуры осреднения данных. Однако, при постановке аналогичного прибора, в котором использовалось осреднение с прямоугольным окном 1 минута [1] подобных проблем не наблюдалось. Вероятно, в данных приборах использовалось осреднение по меньшему интервалу времени, что, вероятно, дает удовлетворительные результаты при более глубоководных постановках, когда сама глубина моря снижает влияние ветрового волнения. При прибрежных постановках, как в порту Корсакова, искажения характеристик длинноволновых процессов при штормовой погоде могут быть неприемлемыми. Корректно определить такие параметры, как высоту и период волны цунами при подобных условиях будет невозможно.

Анализ информации с автоматического поста (АП) Холмск.

В 2008 году в рамках ФЦП «Снижение рисков и смягчение последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в РФ до 2010 года» была выполнена установка автоматического поста (фирмы AANDERAA, Норвегия) в порту Холмск для опытной эксплуатации.

Для анализа использовались материалы наблюдений, полученные с телеметрического регистратора в порту г.Холмска в январе – феврале 2009 года. Остановимся подробно на отрезке с 9 по 26 февраля. Отрезок исходных данных за период с 9 по 26 февраля представлен на рис.3. Колебания уровня моря были интенсивными в этот период, что определялось достаточно резкими вариациями приземного атмосферного давления и скорости ветра вследствие прохождения над южной частью Сахалина нескольких циклонов. Максимальное развитие волнение получило 17 февраля при северном ветре и северо-западном волнении, высотой до 1,5 метров. 13-14 февраля отмечен умеренный штормовой нагон с высотой подъема уровня более 30 см. 19-20 февраля наблюдался сгон приблизительно такой же величины, что является значительной величиной для данного пункта [2].

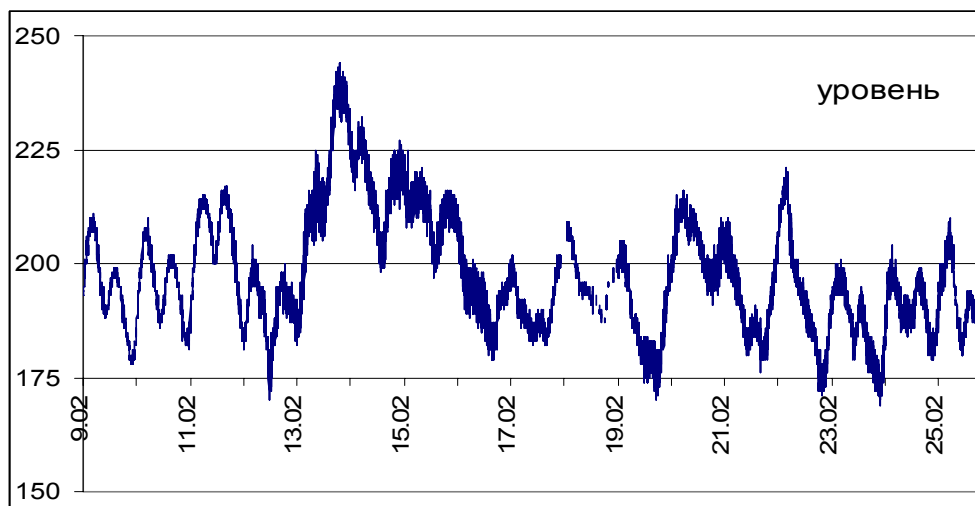


Рис.3. Исходная запись колебаний уровня моря, полученная с телеметрического регистратора в порту г. Холмск. 9 – 26 февраля 2009 г.

В моменты усиления неперіодических колебаний заметно повышалась и интенсивность более короткопериодных длинноволновых колебаний в диапазоне периодов цунами. Соответственно, интересно рассмотреть в такие периоды скорость изменения высоты уровня моря, которая является ключевым параметром при выделении опасного сигнала (цунами). Соответствующие значения, рассчитанные как разность между последовательными величинами неперіодической составляющей уровня, представлены на рис.4.

Ситуация в Холмске выглядит менее проблематичной, чем в Корсакове, но также критерий с превышением изменения скорости за минуту, равным 5 см, здесь неприемлем так как число выходов

за этот порог велико. Вероятно, и пороговое значение 10 см также не является достаточным – хотя случаев превышения всего два, тем не менее, во многих ситуациях значения скорости изменения были близки к нему. Причем погодные условия не были экстремальными – в целом они характерны для типичного циклона, которых над южной частью Сахалина за год проходит несколько десятков.

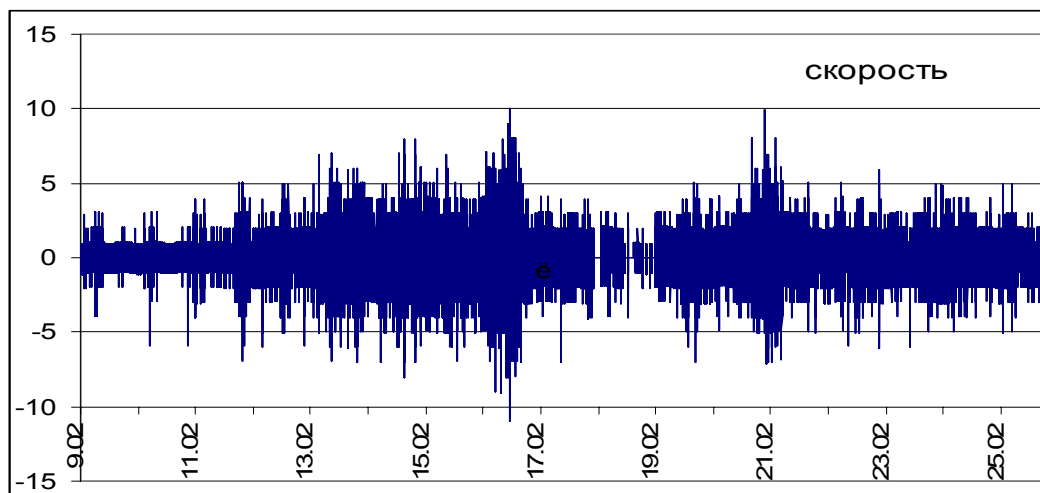


Рис.4. Скорость изменения колебаний уровня моря, полученных с телеметрического регистратора в порту г. Холмск. 9 – 26 февраля 2009 г.

Рассмотрим также спектральные характеристики записей, которые рассчитывались по отрезкам продолжительностью 2 суток (рис.5). Первый из них был выбран на начальном отрезке данных (9-11 февраля) и отвечал спокойным погодным условиям. Второй относился к 14-16 февраля, и его можно характеризовать как штормовой период. В частности, максимальные скорости изменения уровня относились именно к 16 числу. В спектрах записей, как в спокойную, так и в штормовую погоду четко выделяются максимумы на периодах около 8 и 3 мин, отвечающие периодам нулевой и первой мод собственных колебаний. Причем в спокойную погоду это пики узкие, а в штормовую они усиливаются, но становятся более широкими.

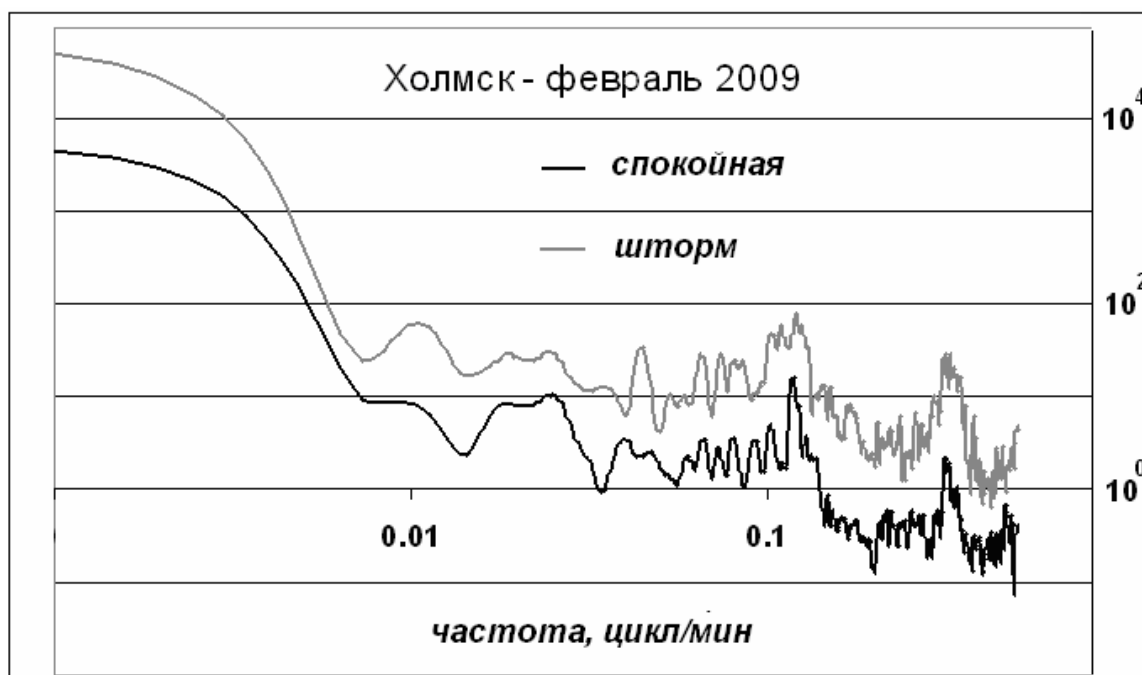


Рис.5. Спектр колебаний уровня моря в спокойную и штормовую погоду в порту г.Холмск.

Это может быть связано с естественным уменьшением добротности колебаний, или с эффектом илиасинга, хотя его влияние в данном случае проявляется намного слабее, чем в

Корсакове. Не наблюдается и резкого роста графика спектральной плотности на высоких частотах, некоторые повышение уровня энергии на правой границе спектра имеет место, но в целом все свидетельствует о вполне приемлемом качестве поступающих с телеметрического регистратора данных. Сложности с выбором порогового значения обусловлены в данном пункте наличием сравнительно короткопериодных резонансных колебаний в Холмской бухте (с периодами 3 и 1.5 мин). Для выбора обоснованного критерия для данного регистратора необходим анализ более продолжительно ряда наблюдений, захватывающего осенний штормовой период.

Среди других особенностей спектральных характеристики при штормовой погоде обращает внимание усиление пиков с периодами 16, 22 и 100 мин. Период 16 мин отвечает основному максимуму коэффициента усиления приходящих из открытого моря волн согласно расчету для случая нормального падения. Он имеет вид, типичный для районов с коротким шельфом с наибольшим усилением на сравнительно коротких частотах. Этот период, наряду с более слабым резонансным пиком 11 мин, наблюдался как в рассмотренных выше спектрах исторических цунами, так и при анализе цифровых записей Симуширского (16.11.2006) и Невельского (02.08.2007) цунами [3]. Еще один хорошо выраженный пик коэффициента усиления имеет период около 8 мин, что согласуется с периодом нулевой моды собственных колебаний Холмской бухты. Очевидно, именно близость резонансных периодов шельфа и бухты является причиной ее эффективного возбуждения при цунами. Еще один, самый низкочастотный пик коэффициента усиления с периодом около 40 мин отвечает сравнительно слабо выраженному максимуму в спектрах длинноволновых колебаний. Усиление пика с периодом около 100 мин связано, очевидно, с возбуждением одноузловой поперечной сейши Татарского пролива, что согласуется с результатами численного моделирования.

Заключение

В результате анализа материалов наблюдений, полученных при опытной эксплуатации телеметрических регистраторов, выявлено, что характеристики уровневых данных при постановке регистраторов вблизи берега в значительной мере искажаются ветровым волнением, что затрудняет идентификацию опасного сигнала (цунами), особенно во время шторма. В большей мере это характерно для Корсакова, где датчики располагались с внешней стороны портового ковша и были подвержены непосредственному воздействию ветровых волн. Рекомендованный разработчиками системы критерий определения опасной ситуации (пороговое значение скорости изменения уровня - 5 см за 1 минуту) достигался неоднократно и не всегда на обоих установленных вместе приборах одновременно. Причем простое изменение критерия типа поднятия порога до 10 см, с одной стороны, не решает данную проблему, а с другой - этот подход может быть слишком грубым, допускающим пропуск заметного цунами.

Очевидно, рассмотренная в работе проблема характерна для станций, расположенных на открытом берегу, где влияние ветрового волнения (и, в целом, уровень длинноволнового шума) выше по сравнению как с открытым морем, так и с защищенными бухтами типа Холмской. Основываясь на результатах опытной эксплуатации, можно сделать вывод о том, что для каждой станции необходим специальный подход, требующий тщательного анализа поступающих с нее данных. Вначале можно установить предварительный критерий, затем необходимо произвести его уточнение по длительным измерениям в различные сезоны года (в том числе, с проверкой приливных констант и других параметров системы). Таким образом, скорее всего, невозможно будет установить величину порога одинаковой для разных станций, для каждого регистратора она должна устанавливаться индивидуально.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, проект 08-05-13582.

Список литературы

1. Ковалев П.Д., Шевченко Г.В., Ковалев Д.П. Изучение опасных морских явлений в порту города Корсаков // Динамические процессы на шельфе Сахалина и Курильских островов: Сб. стат.-Южно - Сахалинск: ИМГиГ ДВО РАН, 2001.- С. 138-145.
2. Като Э., Миськов О.А., Шевченко Г.В. Штормовые нагоны на побережье острова Сахалин в конце XX века // Динамические процессы на шельфе Сахалина и Курильских островов: Сб. стат.-Южно - Сахалинск: ИМГиГ ДВО РАН, 2001.- С. 160-176.
3. Шевченко Г.В., Ковалев П.Д., Богданов Г.С., Шишкин А.А., Лоскутов А.А., Чернов А.Г. Регистрация цунами у берегов Сахалина и Курильских островов, Вестник Дальневосточного отделения РАН, 2008, №6, С. 23-33.