

УДК 551.466

ОСОБЕННОСТИ СЕЙШЕВЫХ КОЛЕБАНИЙ В ЗАЛИВАХ И БУХТАХ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА: ПРИМОРЬЯ, САХАЛИНА, ЮЖНЫХ КУРИЛЬСКИХ ОСТРОВОВ

© П.Д. Ковалев, Д.П. Ковалев

Ключевые слова: сейши; резонансные акватории; прибрежная зона.

Сейши – собственные колебания резонансных акваторий – представляют интерес в связи с угрозой цунами, поскольку могут возбуждаться проходящими волнами. Проведена оценка возможности усиления проходящих волн в прибрежной зоне Дальневосточного побережья России и длительности значительных колебаний с использованием основной характеристики резонансных систем – добротности.

ВВЕДЕНИЕ

Крупные неоднородности береговой линии, такие как заливы, бухты и др., приводят к образованию собственных систем стоячих колебаний – *сейш*, охватывающих водоем в целом или обособленную его часть. Параметры этих свободных колебаний определяются геометрией соответствующей акватории. Исследование сейш в водоемах с открытой внешней границей, т. е. акваторий, которые сообщаются с внешним бассейном, представляет интерес в первую очередь в связи с угрозой цунами – необходимостью учета резонансных особенностей различных акваторий.

Возбуждение сейшевых колебаний в таких водоемах происходит преимущественно через открытую границу, т. е. они являются индуцированными. Потери волновой энергии в открытых водоемах связаны в основном с излучением через открытую границу, и в зависимости от добротности резонансной области может происходить существенное усиление проходящих волн. Так, например, по данным работы [1], во время цунами 23 февраля 1980 г. волны внутри Малокурильской бухты усилились почти в пять раз по сравнению с внешним шельфом и имели практически тот же период, что и основного спектрального максимума колебаний уровня для этой бухты.

Добротность является важной характеристикой колебательной системы, которая существенным образом зависит от конфигурации гавани и возрастает с уменьшением ширины входа. Известно также, что добротность является мерой относительной диссипации энергии и пропорциональна числу колебаний в системе (бухте) за время, при котором амплитуда волн уменьшится в e раз, т. е. определяет частотную избирательность резонансной системы и число периодов колебаний, в течение которых происходит установление стационарной амплитуды, а значит, длительность «звучания цунами», что в конечном итоге является критерием для отмены тревоги цунами, и этой характеристике акваторий необходимо уделять особое внимание.

Сейши наблюдаются практически во всех внутренних морях, их изучением занимаются давно (впервые упоминаются в 1549 г.) и этому посвящена обширная

литература [2]. Тем не менее, представляет интерес изучение и обобщение имеющегося материала наблюдений, результатов численного моделирования и анализа сейшевых колебаний в еще достаточно мало обследованных Дальневосточных морях и, в частности, в прибрежной зоне Приморья, юга Сахалина и Курильских островов в районах населенных пунктов, подверженных воздействию волн цунами, которые даже при не очень больших амплитудах могут существенно усиливаться, что зависит от каждой конкретной акватории. Поэтому не могут быть получены обобщенные для региона оценки усиления, и в центре внимания настоящей работы находится экспериментальное изучение сейш в диапазоне волн цунами именно для конкретных акваторий.

ОПИСАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТОВ И ПОЛУЧЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ

ИМГиГ ДВО РАН в течение многих лет проводит исследовательские измерения длинноволновых процессов в диапазоне волн цунами [3–6] с использованием специально разработанных для этих целей и постоянно совершенствуемых кабельных комплексов и автономных мареографов. На основе этих, а также новых и модернизированных приборных комплексов начато развертывание исследовательской сети мониторинга в районе южной части Сахалина, Курил. Эпизодические, но долгосрочные измерения волнения проводятся и в Приморском крае. На рис. 1 представлена карта региона проведения наблюдений и районы постановок измерительных приборов.

Для анализа сейшевых колебаний все полученные в экспериментах записи подвергались предварительной обработке: осреднялись с использованием фильтра с весовыми коэффициентами Кайзера–Бесселя, характеристики которого позволяют эффективно препятствовать проникновению энергии ветрового волнения и зыби в более низкочастотный диапазон, а затем приводились к дискретности 1 мин. Из полученных временных рядов вычитался предвычисленный прилив, рассчитанный по программе, составленной А.Б. Рабинови-

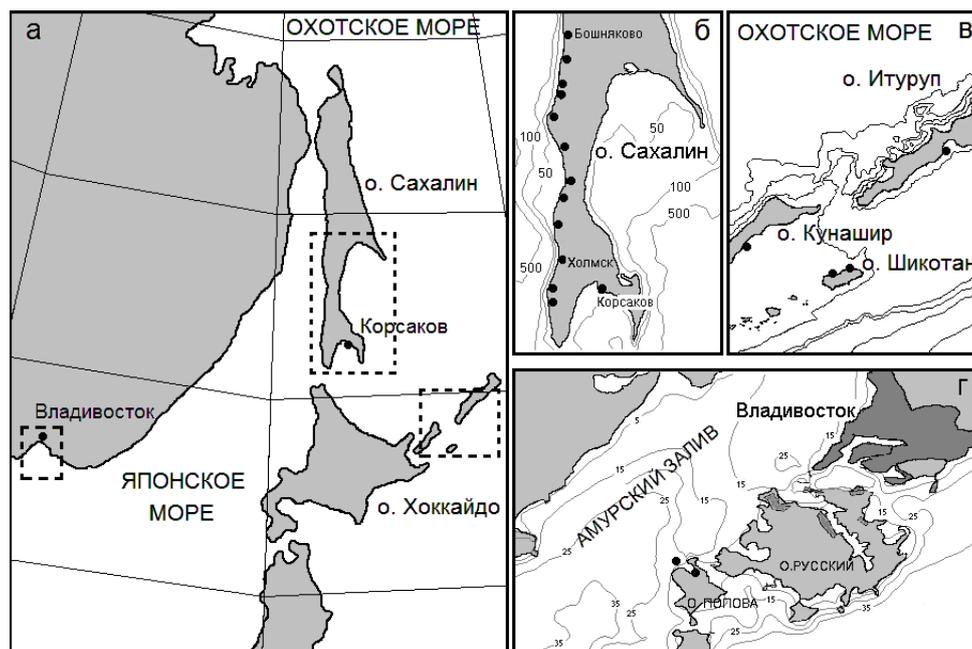


Рис. 1. Карта региона проведения наблюдений и районы постановок измерительных приборов. Кружками указаны места населенных пунктов, вблизи которых проводились наблюдения

Таблица 1

Наблюденные и рассчитанные периоды сейшевых колебаний в районе Курильской гряды и добротность акваторий

Пункт	Периоды сейш (мин.)					
	Рассчитанные*					
б. Малокурильская	Рассчитанные*			18,9	7,3**	5,04**
	Наблюденные*			17–21		
	Наблюденные			19		5,0
	Добротность			8,0(10,3)**	2,8**	4,9**
б. Крабовая (прилегающая акватория)	Наблюденные		29		5	3
	Добротность		2,11			
зал. Касатка (прилегающая акватория)	Рассчитанные*		45,5	19,3	13,5	11,0
	Наблюденные*	97,8	45	19,1	13,5	11,0
	Наблюденные		46,5	19,2		11,2
	Добротность		2,0			
б. Южно-Курильская (пролив)	Рассчитанные*	4,7 ч	3,0 ч	1,9 ч	1,7 ч	1,3 ч
	Наблюденные*	4,7 ч	3,0 ч	2,1 ч	1,7 ч	1,3 ч
	Наблюденные	4,7 ч	3 ч			
	Добротность	1,7	3,0			

Примечание: жирным шрифтом выделены сейши большой интенсивности, энергия которых превышает энергию других колебаний более чем на порядок; * – данные работы [2]; ** – данные работы [7].

чем, с использованием метода наименьших квадратов по 9 гармоническим составляющим.

СЕЙШИ В ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЕ ЮЖНЫХ КУРИЛЬСКИХ ОСТРОВОВ

Измерения волнения в широком диапазоне частот в районе южных Курильских островов начали проводиться с 1995 г., когда цифровой кабельный комплекс был установлен на Гидрофизической обсерватории о. Шикотан [3]. В 2001 г. регистрирующий комплекс был установлен в более открытом для волн цунами заливе Касатка (в районе п. Буревестник), и в после-

дующие годы продолжена установка приборов в Южно-Курильской бухте.

Поскольку результаты анализа наблюдений в указанных выше бухтах и заливе ранее обсуждались в работах [7, 8], здесь только кратко изложим основные результаты по этому региону для бухт Малокурильская, Крабовая на о. Шикотан, а также залива Касатка на о. Итуруп и бухты Южно-Курильской на о. Кунашир.

Спектральный и спектрально-временной анализ данных наблюдений для четырех пунктов показал, что собственные частоты сейшевых колебаний, их интенсивность и характер определяются физико-географи-

ческими условиями и, в конечном итоге, добротностью резонансной системы. Параметры наиболее интенсивных сейш приведены в табл. 1. Их периоды, выделяющиеся по данным наблюдений уровня, хорошо согласуются с периодами волн цунами, зарегистрированными в этих пунктах и полученными в результате численного моделирования [1–2].

Расчет добротности резонансной системы проводился из спектров, основываясь на том, что она определяет относительную величину резонансного максимума в энергетическом спектре колебаний [9], и если система обладает достаточно высокой добротностью, то она определяется выражением:

$$Q = \omega_0 / \Delta\omega, \quad (1)$$

где ω_0 – резонансная частота системы (резонансного максимума); $\Delta\omega$ – ширина максимума; Q – его добротность. При этом ширина максимума определяется как полоса частот, в пределах которой энергия колебаний спадает в 2 раза [9].

Максимальное (резонансное) значение амплитуды вынужденных колебаний можно определить из выражения:

$$A_{\text{рез}} = A_{\text{вн}} \omega_0^2 / 2\delta Q(\omega_0^2 - \delta^2), \quad (2)$$

где δ – коэффициент затухания ($\delta = \omega_0/2Q$); ω_0 – резонансная частота системы; $A_{\text{вн}}$ – амплитуда входящей волны.

ИЗУЧЕНИЕ РЕЗОНАНСНЫХ КОЛЕБАНИЙ В ЮЖНОЙ ЧАСТИ О. САХАЛИН

Активное изучение сейшевых колебаний на юге о. Сахалин стимулировалось необходимостью обеспечения безопасной разгрузки железнодорожных паромов открытой в 1973 г. морской переправы Ванино – Холмск, для работы которой необходима точная стыковка рельс на судне и на берегу. Холмская бухта хорошо защищена от волнения, однако портовые сейши, являющиеся также причиной явления тягуна, даже при умеренной интенсивности могут нарушать эту стыковку, затруднять погрузо-разгрузочные работы и быть причиной простоев парома в порту.

Для изучения условий формирования тягуна и особенностей проявления других типов морских опасных явлений Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН в течение ряда лет (с 2006 по 2009 г.) осуществлял инструментальные измерения колебаний уровня моря в портовой бухте г. Холмска. Здесь, также как и на Курильских островах, использовались автономные и кабельные регистраторы придонного гидростатического давления, отражающие вариации морской поверхности.

С помощью установленных приборов были получены многолетние ряды наблюдений и зарегистрированы несколько опасных морских явлений – волны цунами, вызванные подводными землетрясениями, произошедшими 16 ноября 2006 г. вблизи о. Симушир (средняя часть Курильской гряды) и 2 августа 2007 г. вблизи г. Невельск [10]. На рис. 2 приведены отрезки записей, содержащие цунами.

Изучение резонансных периодов и пространственной структуры этих колебаний, обусловленных особенностями прибрежной топографии, позволило выделить собственные интенсивные колебания бухты с периодом около 8 мин., которые отчетливо видны и на записи цунами (рис. 2). На основе численного моделирования показано, что они соответствуют нулевой моде, имеющей узловую линию в горловине бухты, которая обычно весьма эффективно возбуждается волнами цунами.

В спектрах записей цунами выделялся также четкий максимум на периоде около 3 мин., отвечающий одноузловой продольной сейше бухты, пучности которой находятся у входа в бухту и в ее кутовой части. И хотя энергия этих колебаний на два порядка меньше, чем на 8 мин., они вызывают явление тягуна в Холмской бухте.

Число резонансных периодов колебаний T в бухте, в течение которых происходит установление стационарной амплитуды, пропорционально добротности Q . В теории резонансных систем это число колебаний $N_\tau = \tau/T$, совершаемых системой, определяется за время релаксации τ , в течение которого амплитуда уменьшается в e раз [9]. Учитывая, что

$$Q = 2\pi / \{1 - \exp(-2/N_\tau)\}, \quad (3)$$

можно определить число колебаний, за время которых амплитуда уменьшится до спокойного состояния. Расчет показал, что для добротности, равной 10, это число периодов составит 11,7.

Из рис. 2 хорошо видно, что при достаточно высокой добротности резонансной акватории Холмской бухты (табл. 2) длительность колебаний (звучания цунами) после прихода возбуждения на вход бухты составляет около 5 периодов. Затем амплитуда на несколько периодов стабилизировалась, что связано, по-видимому, с дополнительной подкачкой энергии за счет подхода волн цунами из внешней акватории.

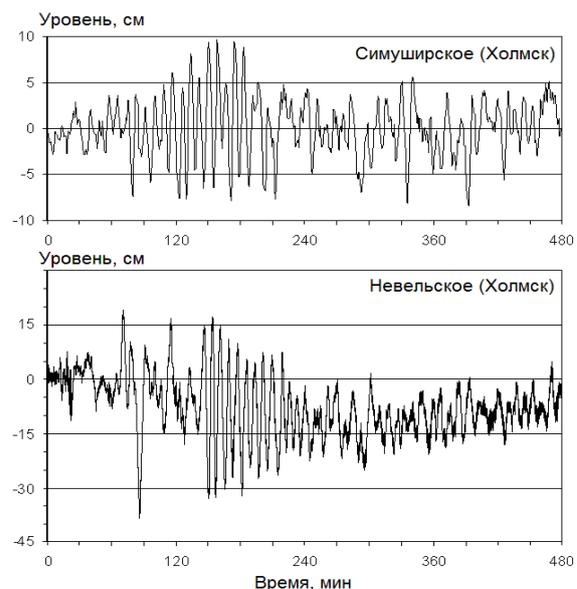


Рис. 2. Отрезки записи продолжительностью 8 ч, содержащие Симуширское (16.11.2006) и Невельское цунами (02.08.2007), зарегистрированные в порту Холмск

Наблюденные и рассчитанные периоды сейшевых колебаний юго-западного и южного побережий Сахалина и добротность акваторий

Пункт	Периоды сейш (мин.)						
	Наблюденные (Ковалев и др., 2007)				8		3
Холмск	Рассчитанные [10; 13]				8		3
	Добротность				4,9		
	Наблюденные	100	50	33	20	15	7
Горнозаводск (и прилегающая акватория)	Добротность	1,85	2,02		4,1	6,4	7,5
	Наблюденные	100	50	40	23	16	10
Чехов (и прилегающая акватория)	Добротность			4,3			
	Наблюденные		55	33	15	10	7
Орлово (и прилегающая акватория)	Добротность		3,9		4,5		
	Наблюденные		55	33	15		8
Бошняково (и прилегающая акватория)	Добротность		2,4	3,6			4,7
	Рассчитанные (В.Н. Храмушин)	4,7 ч	2 ч	1 ч	33	19	
Корсаков (зал. Анива и прилегающая акватория)	Наблюденные	4,7 ч	2 ч		33	19	12
	Добротность	1,4	2,1		4,5	5,1	

Примечание: жирным шрифтом выделены сейши большой интенсивности.

Таким образом, знание величины добротности резонансной системы акватории позволяет не только прогнозировать возможное усиление приходящей волны цунами, но и оценить, насколько и за какое время уменьшатся амплитуды возбужденных сейшевых колебаний в конкретной бухте и когда можно будет давать отбой тревоге цунами, что очень важно, поскольку угрозы могут представлять не только первые волны.

Интересные результаты относительно характера проявления волн цунами, выявленное усиление волн на отдельных периодах, полученные при проведении измерений в порту г. Холмск, стимулировали проведение масштабных измерений волновых процессов в различных пунктах западного побережья о. Сахалин. С этой целью двенадцать автономных регистраторов волнения (АРВ производства СКТБ «ЭлПА» г. Углич) были установлены в населенных пунктах от Гонозаводска на юге о. Сахалин до Бошняково на севере исследуемой области (рис. 16) [11].

Установка приборов началась в конце мая 2008 г., и сняты они были в конце сентября. Таким образом, длительность натурного эксперимента составила около 4 месяцев. В результате был получен обширный материал наблюдений, который позволил изучить частотно-избирательные свойства акватории вдоль западного побережья Сахалина.

К сожалению, за анализируемый промежуток времени не было отмечено не только ни одного цунами, но даже сильных штормов, с которыми связано обычно усиление резонансных колебаний в широком диапазоне периодов. Тем не менее, проведенный анализ энергетических спектров колебаний уровня позволил достаточно детально изучить частотно-избирательные свойства прибрежных участков акваторий у западного берега о. Сахалин. Наиболее выражены они в пунктах Чехов, Орлово, а также Горнозаводск и Бошняково.

Используя определенные из энергетических спектров значения периодов максимумов, соответствующих

собственным колебаниям акваторий прилегающих к населенным пунктам, мы составили таблицу периодов сейш (табл. 2) и добротности акваторий западного побережья о. Сахалин. Короткопериодные колебания от 5 до 40 мин. обусловлены локальными особенностями рельефа дна и топографии береговой черты. Наибольшая энергия сейшевых колебаний в этом диапазоне периодов в районе г. Чехов – на периоде около 40 мин. В других населенных пунктах сейшевые колебания имеют схожие периоды, но выражены заметно слабее, что обусловлено особенностями частотно-избирательных свойств акватории севернее Горнозаводска – шельф в районе Холмска и Невельска самый узкий и приглубый у западного берега Сахалина, он расширяется и в южном, и особенно в северном направлении. Наличие обширного Чехово-Ильинского мелководья является важным фактором, который определяет характер длинноволновой динамики и способен привести к значительным локальным усилениям цунами на приведенных в табл. 2 периодах.

Севернее п. Ильинский от м. Ламанон характер рельефа дна изменяется, он становится более мелководным и узким по сравнению с его южной частью, и еще далее на север от п. Орлово в сторону Углегорска и Бошняково шельф продолжает сужаться.

Более длинные колебания с периодом около 50 мин. соответствуют двухузловой поперечной сейше Татарского пролива, 55-минутная одноузловая поперечная сейша Татарского пролива в северной узкой части и 100-минутная соответствует сейше Татарского пролива.

Поскольку порт города Корсакова один из главных на Сахалине и от его устойчивой работы зависит товарооборот и состояние ряда важнейших отраслей экономики Сахалинской области (к тому же, он подвержен воздействию опасных морских явлений – его гидротехнические сооружения и складские территории неоднократно затапливались морской водой при цунами (в

1952 и 1960 гг.)), поэтому представляет интерес рассмотреть сейшевые колебания в порту и на прилегающей к нему акватории.

Экспериментальные исследования условий формирования сейшевых колебаний в гавани в конце 1960-х – начале 1970-х гг. были проведены силами Корсаковского гидрометеобюро под руководством Г.Н. Боброва, а с 1999 по 2011 г. группой специалистов Института морской геологии и геофизики ДВО РАН (ИМГиГ) [11]. В результате проведенных натурных наблюдений с использованием высокоточной регистрирующей аппаратуры с пьезорезонансными преобразователями гидростатического давления были получены длинные ряды наблюдений, которые и были использованы для обработки с целью выявления особенностей волнового режима и опасных морских явлений в районе порта Корсаков.

В рассчитанном спектре колебаний уровня моря в порту г. Корсаков при Чилийском цунами четко выделяются хорошо выраженные пики с периодами 12, 19 и 33 мин. и 2 ч, а также мощный пик с периодом около 4,7 ч. Наибольшей энергией обладают колебания с периодом около 4,7 ч, которые проявляются на всем побережье залива Анива за исключением мыса Крильон, где в частности при Чилийском цунами колебания с периодом около 4,7 ч в не были отмечены. Это указывает на то, что пучность резонансных колебаний вероятнее распределена вдоль северного побережья залива, а узловая линия проходит по его открытой границе (линия м. Анива – м. Крильон). Детальное исследование этой особенности формирования длинноволновых колебаний потребовало отдельного исследования при помощи методов численного моделирования.

Численное моделирование распространения длинных волн в заливе Анива проводилось В.Н. Храмушиным с использованием разработанной им программы и детальной цифровой карты глубин, применявшейся в работе [12]. В спектрах, вычисленных по расчетным волнограммам, выделяется пик с периодом 4,7 ч. Отмечены также максимумы с периодами около 3, 2 и 1 ч, проявлявшиеся по записям в порту Корсакова при Чилийском и некоторых других цунами, энергия других волн на полтора порядка меньше.

Сводные данные по сейшам юго-западного и южного побережий Сахалина и добротности акваторий, в которых проводились наблюдения, приведены в табл. 2.

ИЗУЧЕНИЕ ДЛИННОВОЛНОВЫХ КОЛЕБАНИЙ В БУХТЕ АЛЕКСЕЕВА И ПРИЛЕГАЮЩЕЙ АКВАТОРИИ

Планируемые на момент проведения описанных ниже наблюдений за колебаниями уровня на о. Русский, вблизи г. Владивосток, крупномасштабные

строительные работы, связанные с проведением конгресса стран Азиатско-Тихоокеанского региона, предопределили внимание к вопросам учета риска возможного воздействия морских опасных явлений на объекты, которые будут расположены на побережье.

Поскольку топография береговой черты о. Русский, также как и находящегося к югу от него о. Попова, очень сложна, изрезана и содержит много бухт, это является причиной того, что в некоторых из них периоды резонансных колебаний могут оказаться близкими к периодам подходящих из открытого моря волн цунами.

В связи с этим Институт морской геологии и геофизики (ИМГиГ ДВО РАН) при содействии Тихоокеанского океанологического института (ТОИ ДВО РАН) в сентябре 2008 г. организовал эксперимент с постановкой двух автономных донных регистраторов волнения и уровня (АРВ) в бухте Алексеева на о. Попова (рис. 1г). Один прибор был установлен внутри, а второй – вне бухты. Были получены записи продолжительностью около двух месяцев, которые позволили детально рассмотреть вопросы усиления длинноволновых колебаний в бухте по сравнению с внешним шельфом и оценить возможное влияние резонансных условий изучаемого объекта на экстремальные воздействия при морских опасных явлениях [13].

Из полученных записей непериодических колебаний уровня моря для спектрального анализа были отобраны отрезки продолжительностью 2 суток – за 20–21 октября и 17–18 ноября, для которых интенсивность волновых процессов заметно различалась в связи с погодными условиями.

Для относительно спокойного состояния моря (20–21 октября) в спектрах наиболее выражены пики с периодами около 10,5 мин. (табл. 3), которые наиболее вероятно отвечают нулевой моде собственных колебаний бухты. На внешней станции в прилегающей акватории эти колебания также присутствуют, но значительно слабее – аналогичный эффект наблюдался, например, в Малокурильской бухте на о. Шикотан [7]. Причем для бассейна с широким входом, к которым относится рассматриваемый объект, это особенно вероятно.

В спектрах колебаний на обеих станциях имеется также хорошо выраженный максимум с периодом около 20,5 мин. Этот период слишком большой, и наиболее вероятно, что он обусловлен резонансными условиями прилегающего участка шельфа (т. н. шельфовой сейшей, когда стоячие колебания образуются в результате отражения волн от берега и кромки шельфа).

На внешней станции отмечен хорошо выраженный пик с периодом около 48 мин., однако внутри бухты, где уровень энергии колебаний существенно выше в широком диапазоне от 25 до 60 мин., данный макси-

Таблица 3

Наблюденные периоды сейшевых колебаний в б. Алексеева, прилегающей акватории
и добротность акваторий для различных периодов колебаний

Пункт	Периоды сейш (мин.)						
	Наблюденные	2 ч	48	20,5	10,5	2,8	2,6
б. Алексеева и прилегающая акватория	Добротность		2,9	8,6	5,6		

мум выделяется в меньшей степени. Наиболее вероятно, он связан с одноузловой поперечной сейшей Амурского залива. Можно также отметить слабый максимум с периодом около 2 ч.

Следует отметить, что при усилении колебаний в штормовую погоду 17–18 ноября наблюдалось существенное увеличение энергии рассчитанных спектральных и взаимоспектральных характеристик записей для более коротких периодов, что и ожидаемо, в то время как на периоде 10,5 мин. отмечено увеличение менее чем на порядок. На периодах более 20 мин. различие в спектрах между ближней и удаленной станциями по сравнению с тихой погодой значительно уменьшилось, при этом максимум на периоде около 48 мин. стал более выраженным, в особенности внутри бухты.

ВЫВОДЫ

Анализ данных наблюдений в районах населенных пунктов южных Курильских островов, юго-западного и южного побережий о. Сахалин и б. Алексева, о. Попова Приморского края показал, что в прибрежной зоне наблюдаются системы хорошо выраженных резонансных колебаний, которые резко усиливаются при морских опасных явлениях – цунами и штормовых нагонах. Собственные частоты сейшевых колебаний, их интенсивность и характер определяются физико-географическими условиями. Наиболее интенсивные вариации уровня моря наблюдаются на периодах нулевой и первой модах резонансных колебаний, на более высоких модах энергия колебаний существенно ниже.

Знание величины добротности резонансной системы конкретной акватории позволяет не только прогнозировать возможное усиление приходящей на вход бухты волны цунами, но и оценить, насколько и за какое время после этого события уменьшатся амплитуды возбужденных сейшевых колебаний в конкретной бухте и как долго они будут продолжаться, т. е. когда можно будет давать отбой тревоге цунами, что очень важно, поскольку угрозу могут представлять не только первые волны.

Резонансные акватории с высокой добротностью могут представлять значительную опасность для прибрежных строений и проживающих по берегам людей, если периоды их сейш близки к периодам приходящих на вход бухты волн (цунами), на которых происходит значительная передача энергии и существенное усиление длинных волн, что обычно характерно для периодов 20–40 мин. К таким акваториям из рассмотренных можно отнести б. Малокурильскую (о. Шикотан), побережье вблизи г. Чехов, с. Орлово (западное побережье о. Сахалин) и б. Алексева (Приморский край).

ЛИТЕРАТУРА

1. Рабинович А.Б., Левянт А.С. Влияние сейшевых колебаний на формирование спектра длинных волн у побережья Южных Курил // *Океанология*. 1992. Т. 32. № 1. С. 29-38.
2. Рабинович А.Б. Длинные гравитационные волны в океане: захват, резонанс, излучение. Л.: Гидрометеиздат, 1993. 325 с.
3. Ковалев П.Д., Ковалев Д.П. Проведение мониторинга цунами на Курильских островах // *Физические проблемы экологии (физическая экология): тез. докл. 2 Всерос. конф. М., 1999. С. 135-136.*
4. 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. ст. Южно-Сахалинск, 2001. С. 138-145.*
5. Ковалев П.Д., Шевченко Г.В., Ковалев Д.П. Исследование длинноволновых процессов в северо-восточной части Охотского моря в диапазоне периодов цунами // *Вестник международной академии наук экологии и безопасности жизнедеятельности. СПб., 2001. С. 64-68.*
6. Ковалев П.Д., Шевченко Г.В., Ковалев Д.П. Исследование длинноволновых движений в южной части Курильской гряды // *Морские исследования и технологии изучения природы Мирового океана. Владивосток: ДВО РАН, 2005. Вып. 1. С. 69-81.*
7. Джумалиев В.А., Куликов Е.А., Соловьев С.Л. Анализ флуктуаций уровня моря в Малокурильской бухте, вызванных цунами 16 февраля 1991 г. // *Изв. АН СССР. Физ. атм. и океана. 1994. Т. 30. № 5. С. 711-717.*
8. Ковалев П.Д., Шевченко Г.В. Экспериментальные исследования длинноволновых процессов на северо-западном шельфе Тихого океана. Владивосток: Дальнаука, 2008. 216 с.
9. Зернов Н.В., Карнов В.Г. Теория радиотехнических цепей. Л.: Энергия, 1972. 816 с.
10. Ковалев П.Д., Шевченко Г.В., Ковалев Д.П., Чернов А.Г., Золотухин Д.Е. Регистрация Симуширского и Невельского цунами в порту города Холмск // *Тихоокеанская геология. 2009. Т. 28. № 5. С. 36-43.*
11. Кузнецов К.И., Чернов А.Г., Ковалев П.Д., Шевченко Г.В., Ивельская Т.Н. Изучение резонансных колебаний в порту Корсакова // *Мореходство и морские науки – 2009: избран. докл. 2 Сахалин. регион. науч.-техн. конф. (23 сентября 2009 г.) / под ред. В.Н. Храмушина. Южно-Сахалинск: СахГУ, 2010. С. 137-144.*
12. Храмушин В.Н., Шевченко Г.В. Метод детального цунамирайонирования на примере побережья Анивского залива // *Океанология. 1994. Т. 34. № 2. С. 218-223.*
13. Шевченко Г.В., Чернов А.Г., Ковалев П.Д., Горин И.И. Резонансные колебания в заливах и бухтах: натурные эксперименты и численное моделирование // *Тр. Нижегород. техн. ун-та им. П.Е. Алексеева. Н. Новгород, 2010. № 1 (80). С. 52-62.*
14. Кузнецов К.И., Чернов А.Г., Ковалев П.Д., Шевченко Г.В. Экспериментальные исследования резонансных колебаний в портах западного побережья о. Сахалин // *Мореходство и морские науки – 2009: избран. докл. 2 Сахалин. регион. науч.-техн. конф. (23 сентября 2009 г.) / под ред. В.Н. Храмушина. Южно-Сахалинск: СахГУ, 2010. С. 145-160.*

Поступила в редакцию 4 апреля 2013 г.

Kovalev P.D., Kovalev D.P. SEICHE VIBRATIONS FEATURES IN BAYS AND INLETS OF FAR EAST: PRIMORYE, SAKHALIN, SOUTHERN KURIL ISLANDS

Seishi-natural oscillations of the resonant waters – are of interest in connection with the threat of a tsunami, because of arriving waves they can be excited. An assessment of the possibility of strengthening the incoming waves in the coastal zone of the Far Eastern coast of Russia and the duration of significant fluctuations with the main characteristics of resonant systems – switching is made.

Key words: seiche; resonance waters; coastal zone.