

МУССОННЫЕ ЯВЛЕНИЯ ТИХОГО ОКЕАНА

Рассмотрены сезонные колебания уровня Тихого океана между 40°с.ш. и 40°ю.ш., связанные с действием муссонов. Используются данные наблюдений на 34 континентальных и островных водомерных постах. Получено, что максимальные сезонные колебания уровня наблюдаются в северо-западной части исследуемой акватории (размах колебаний составляет ~400 мм), в юго-восточной части – около 70 мм, а минимальное действие муссонов наблюдается в центральной части акватории (размах колебаний порядка 40 мм). В случае совпадения экстремумов сезонных колебаний и колебаний, связанных с ЮК, общий размах колебаний может вырасти до 700 мм.

Ключевые слова: Тихий океан, муссон, уровень, размах колебаний, Южное колебание.

Введение. Явление, называемое муссонами, происходит от арабского слова маусим – время года. В общем смысле такое определение имеет в виду воздушный поток устойчивого направления, которое меняется на противоположное при смене сезонов года. Изменение направления воздушного потока связано с различным нагреванием поверхности океана и суши. В один и тот же сезон (допустим летом), на одной и той же широте, при одном и том же количестве падающей на поверхность Земли солнечной радиации суша, поглощая эту радиацию, прогревается за весь сезон не более, чем на 2 – 3 м. Океан же за этот сезон прогревается самое малое на 15 – 20 м, а в открытых районах, благодаря турбулентному перемешиванию, обусловленному волнами и течениями, на 50 – 70, иногда и более метров. Поэтому поверхность суши нагревается по крайней мере на несколько градусов больше, чем поверхность океана. В зимний сезон – наоборот, на одних и тех же широтах суша охлаждается быстро и ее поверхность принимает более низкую температуру, чем океан. В связи с этим возникает сезонный обмен воздухом между сушей и океаном. Летом над нагретой сушей теплый воздух поднимается вверх и перетекает на океан (в связи с чем атмосферное давление в океанских субтропических антициклонах увеличивается, а субполярные циклоны заполняются). В приземном же слое более холодный воздух с океана образует устойчивый поток в сторону суши под тем или иным углом к изобарам. Зимой муссонные потоки меняют направление на обратное. Таким образом, можно ожидать, что в обоих полушариях в летний период будет нагон воды к берегу континентов, зимой наоборот, уровень должен повышаться в сторону океана (сгон от берега).

Цель работы. Целью настоящей работы является исследование муссонных колебаний уровня в Тихом океане между 40°с.ш. и 40°ю.ш. как вдоль западных, так и восточных его берегов. В связи с тем, что постоянных (или хотя бы более или менее систематических) измерений течений в океане нет, то наличие муссонного переноса вод можно определить путем исследования сезонных колебаний уровня. Поэтому при выполнении настоящей работы были использованы измерения уровня не только на континентальных водомерных постах, но и на значительном удалении от берегов на островах и атоллах, где производились измерения уровня.

Актуальность исследования. На фоне многочисленных исследований многолетних или междугодных колебаний климата в целом и отдельных его составляющих, муссонам (сезонным колебаниям) уделяется не особенно много внимания. Однако прогнозирование возможных многолетних средних значений составляющих климата еще не решает проблему полностью, так как людей интересуют как раз сезонные значения этих составляющих как на суше, так и в океане.

Изученность муссонных явлений в океане. Сезонная изменчивость расходов течений и уровня океана присуща в той или иной мере всем как западным, так и восточным пограничным течениям. Флоридское течение и Гольфстрим достигают наибольших величин расходов в конце лета в связи с летним усилением субтропического антициклона (Азорского) и в соответствии с этим скоростей пассатных ветров и Северного Пассатного течения [1,2]. Пожалуй, наиболее обстоятельно изучены муссонные течения Индийского океана [3-8]. Есть большое число статей, в которых описываются особенности циркуляции вод Индийского океана. Северный муссонный круговорот является особенностью только Индийского океана. Он состоит из Северо-восточного муссонного течения, которое в зимний сезон аналогично Северному Пассатному течению в других океанах и переносит воду с востока на запад (к берегам Африки). Его западным меридиональным звеном служит течение, идущее вдоль берегов Сомали на юг. Южным звеном круговорота является межпассатное (экваториальное) противотечение, которое развивается в этот сезон и пересекает весь океан с запада на восток между экватором и 8° ю.ш. На восточной периферии океана только часть воды течения возвращается в муссонный круговорот, значительная же часть воды поворачивает к юго-востоку в виде Яванского прибрежного течения и далее вовлекается в Южное Пассатное течение Индийского океана.

Летом северного полушария с установлением юго-западного муссона предыдущий круговорот исчезает, появляется Юго-западное Муссонное течение. В этот сезон муссонный круговорот образуется северным краем Южного Пассатного течения, Сомалийским течением, изменившим направление на северное, и Юго-западным Муссонным течением, переносящим воду с запада на восток, где Яванское течение также меняет направление на северо-западное (или, скорее, западное), переходя в северный край Южного Пассатного течения.

Тихоокеанские муссоны исследовались главным образом в его северо-западной части. Особенно значительными являются сезонные колебания скоростей и расходов Курошио [9]. В зимний период северо-восточный муссон приводит не только к значительному уменьшению скоростей Курошио, но и к повороту на юг течений Австрало-Азиатских морей [10-12]. В связи с мощностью Азиатского антициклона в зимний период, а также перемещением термического экватора в этот сезон на юг, азиатский муссон пересекает экватор и наблюдается примерно до Новой Британии. Поэтому Новогвинейское течение направлено на юг и достигает достаточно больших скоростей – до 50 см/с [1]. В противоположный сезон течение имеет обратное направление.

Мощность Азиатского антициклона связана с очень низкой температурой воздуха над Северной и Центральной Азией, где она в январе ниже -20°C, а в Верхоянске опускается до -50°C. Поэтому атмосферное давление зимой над территорией Монголии около 1035 гПа, но конкретные его величины могут в отдельных случаях достигать самых высоких на земном шаре значений: 1080 гПа. Именно в связи с мощностью Азиатского антициклона в зимний сезон муссон, обусловленный этим антициклоном, в западной части Тихого океана достигает 10° ю.ш., и является причиной переменного направления Новогвинейского течения, а также оказывает влияние на смену направления течений в районе Соломоновых островов [1].

Южнее 10° ю.ш. в широкой полосе Тихого океана вдоль восточного берега Австралии влияние на сезонные изменения течений оказывает австралийский муссон. Хотя Австралия самый маленький континент (ее площадь около 7.7 млн. км²), но основная часть Австралии находится в субтропической зоне между 15° и 35° ю.ш. Больше 2/3 территории Австралии занимают пустыни и полупустыни (Большая

песчаная пустыня, пустыня Гибсона, Большая пустыня Виктория). Западная и Центральная области континента представляют собой почти безлюдную территорию. В летние месяцы (декабрь-февраль) температура поверхности этих районов нагревается до 40°C, а температура воздуха превышает 30°C. Только в самой южной части (вдоль Большого Австралийского залива и в бассейне р. Муррей) температура воздуха в этот сезон 20-25°C. Зимой (июнь-август) температура воздуха на большей части континента ниже 15°C, а на юге около 10°C. Такая разница между летней и зимней температурой воздуха служит причиной тому, что атмосферное давление над континентом летом понижается до 1004-1005 гПа, а зимой повышается и превышает 1020 гПа. Над океаном в южной субтропической зоне разница атмосферного давления между летом и зимой меньше, поэтому в Тихом океане (в его юго-западной части) хорошо выражены австралийский муссон, который является как бы продолжением Азиатского муссона: в декабре-феврале приземный воздушный поток направлен с севера на юг (или с северо-востока на юго-запад), а в июне-августе – наоборот, с океана в сторону суши, т.е. с юго-запада на северо-восток, следовательно, зимний азиатский муссон по направлению совпадает с летним австралийским муссоном и наоборот.

Регион, лежащий к востоку от Австралии, является очень сложным по своим морфологическим особенностям. По аналогии с другими океанами, вдоль берега должно существовать сильное западное пограничное течение, которое образуется водами южной ветви Южного пассатного течения [13]. С севера район закрывают острова Новая Британия, Новая Ирландия, Соломоновы, Санта-Крус, Новые Гебриды, Фиджи, Лау. Таким образом, воды Южного пассатного течения могут проходить на юг отдельными ветвями между островами. От м.Йорк вдоль Австралии протянулся Большой Барьерный риф, образуя судоходный канал, длина которого более 2000 км, а ширина рифа достигает 150 км. Кроме того, есть еще меридиональные хребты, в связи с чем образуются несколько ветвей течения. Восточно-Австралийское течение наиболее хорошо выражено южнее 24°ю.ш., где кончается Барьерный риф. К 27°ю.ш. течение становится довольно сильным, а около 33°ю.ш. от него отделяется ветвь – «фронт Тасманова моря», которая пересекает хребты в их наиболее низких участках, в виде волнистой линии проходит через все Тасманово море, обходит с севера Новую Зеландию и на широте пролива Кука (около 40°ю.ш.) принимает западное направление в сторону восточных берегов океана [14]. Оставшаяся часть Восточно-Австралийского течения проходит на юг вдоль берега, и иногда достигает м.Южный на Тасмании, а иногда заканчивается у Бассова пролива. Несмотря на небольшое число измерений в этой части океана, все же на участке, где Восточно-Австралийское течение наиболее сильное, по имеющимся наблюдениям за температурой и соленостью, удалось динамическим методом оценить средний расход течения, который оказался равным примерно 30 Св. Наибольший расход течения оказался южным летом (январь-февраль), а наименьший – зимой [15]. Амплитуда сезонного колебания составила 4.5 Св. Согласно другим данным [16], амплитуда сезонных колебаний расходов достигала 12.4 Св, что вряд ли может быть ее средним значением. Скорее всего в период наблюдений сезонный максимум совпал с экстремумом междугодичного колебания (например, ЮК, колебания которого наблюдаются с периодами около 3-6 лет). Австралийский муссон, который намного слабее Азиатского вряд ли может вызвать сезонные колебания с амплитудой, которая достигает почти половины среднего расхода течения.

В связи с тем, что систематических измерений течений вообще нет, то наличие муссонных явлений в океане (кроме ветра) можно определить только по сезонным колебаниям уровня [17,18].

Использованные материалы наблюдений. В настоящей работе использованы материалы наблюдений за уровнем на водомерных постах от 40°с.ш. до 40°ю.ш. (всего 34 поста). Материалы, которыми мы располагали, представлены на сайте [19] в виде средних месячных значений уровня, вычисленных по наблюдениям на водомерных постах, расположенных не только на берегах континентов, но и на отдельных островах и атоллах на значительном удалении от континентальных берегов, особенно в юго-западной части океана, которая отличается от других регионов очень сложными морфологическими особенностями. Для исключения долгопериодных колебаний, продолжительность которых составляет несколько лет, проводилось осреднение ежемесячных значений за весь период наблюдений, который составляет в среднем около 30 лет (наименьшее количество лет 10, наибольшее 50).

В дальнейшем многолетние значения каждого месяца вычитались из месячных величин уровня в каждом году, а полученные ряды таких значений затем использовались для изучения иных колебаний, не связанных с муссонами.

Полученные результаты исследования муссонных колебаний уровня. Средние многолетние ежемесячные значения уровня представляют собой почти правильные синусоиды с максимумами летом и минимумами зимой в обоих полушариях океана и не зависят от того, западная это или восточная его части. В таблицах 1-4 приведены основные характеристики этих колебаний на каждом водомерном посту: значения максимальных и минимальных величин уровня океана, месяц, в котором они наблюдаются, размах колебаний, т.е. разность между максимальным и минимальным значениями уровня, продолжительность непрерывных наблюдений. Для удобства сравнения полученных результатов, они приведены отдельно в четырех разных частях океана: северо-западной, северо-восточной, юго-западной и юго-восточной (табл.1-4).

Таблица 1 – Муссонные колебания уровня в северо-западной части Тихого океана

№	Водомерный пост	Координаты	Максимум		Минимум		Размах колеб., мм	Кол-во непрер. набл., мес./год
			Высота, мм	Месяц года	Высота, мм	Месяц года		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Танджан (Сингапур)	1,27°с.ш. 103,85°в.д.	7290	Декабрь	7012	Июль	278	$\frac{276}{23}$
2	Кота-Кинабал (Калимантан)	5,98°с.ш. 116,06°в.д.	7143	Ноябрь	6960	Март	199	$\frac{288}{24}$
3	Малакал (о.Минданао)	7,33°с.ш. 134,5°в.д.	7030	Сентябрь	6866	Январь	164	$\frac{360}{30}$
4	Легаспи (о.Лусон-юг)	13,16°с.ш. 123,75°в.д.	7256	Июль	7118	Январь	138	$\frac{432}{35}$
5	Порт Айрин (о.Лусон-сев.)	1,27°с.ш. 103,85°в.д.	7291	Август	6899	Январь	392	$\frac{252}{21}$
6	о.Тайвань	18,4°с.ш. 122,1°в.д.	7188	Август	6854	Январь	334	$\frac{300}{25}$
7	о.Окинава	26,18°с.ш. 127,8°в.д.	7164	Август	6886	Январь	278	$\frac{420}{35}$
8	Абирасту (о.Кюсю)	31°с.ш. 131,4°в.д.	7155	Сентябрь	6855	Февраль	300	$\frac{288}{25}$
9	Фукуока (Кор.пролив)	33°с.ш. 134,4°в.д.	7235	Август	6850	Февраль	385	$\frac{384}{32}$
10	Мера (о.Хонсю)	34,9°с.ш. 139,8°в.д.	7094	Сентябрь	6923	Март	171	$\frac{360}{30}$

В северо-западной части океана только в двух случаях: В Танджане (о.Сингапур) и Кота-Кинабалу (о.Калимантан), ближе всех расположенных к экватору, время максимальных и минимальных значений уровня отличается от времени экстремумов на других постах. Возможно, это связано с перемещениями экваториальной ложбины. К концу северной зимы она смещается на 10°ю.ш., а к концу лета сдвигается на север (в Индийском океане и в самой западной части Тихого океана). В летний сезон она располагается на широте южных Филиппинских островов, а в Индийском океане даже севернее. Возможно, что с этим смещением ложбины низкого давления и связано смещение времени наступления максимума и минимум в годовом ходе уровня океана на указанных постах. На остальных восьми постах в этой части океана максимум уровня наблюдается в конце лета – в пяти случаях в августе и в трех случаях в сентябре. Минимум – в январе и феврале и только в районе о.Хонсю (Япония) – в марте. Этот пост – самый северный и расположен около 35°с.ш., где март относится к самому концу зимы. Размах сезонных колебаний уровня по сравнению с другими регионами здесь довольно большой - от 138 мм (только на одном посту) до 400 мм (392, 385, 334), что обусловлено мощностью Азиатского антициклона.

Таблица 2 – Муссонные колебания уровня в северо-восточной части Тихого океана

№	Водомерный пост	Координаты	Максимум		Минимум		Размах колеб., мм	Кол-во непрер. набл., мес./год
			Высота, мм	Месяц года	Высота, мм	Месяц года		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Панама	8,26°с.ш. 82,86°з.д.	7056	Декабрь	6934	Март	122	$\frac{192}{16}$
2	Сан-Лукас	22,9°с.ш. 110°з.д.	7098	Сентябрь	6894	Апрель	204	$\frac{264}{22}$
3	Лос-Анжелес	33,7°с.ш. 118,3°з.д.	7147	Сентябрь	6984	Апрель	163	$\frac{384}{32}$
4	Монтеррей	36,6°с.ш. 121,9°з.д.	7078	Сентябрь	6941	Апрель	137	$\frac{468}{39}$

В северо-восточной удалось обнаружить только четыре водомерных поста с достаточно продолжительными непрерывными наблюдениями. Три из них находятся в субтропической зоне, годовой ход уровня по их данным совершенно одинаков: максимум уровня наблюдается в конце лета (сентябрь), а минимум в самом конце зимы (апрель) (табл.2). Южнее Калифорнийского полуострова Американский континент резко сужается до узкой полосы суши и муссонные колебания здесь вряд ли могут образоваться. Нагон воды океанским муссоном приводит к усилению постоянного Калифорнийского течения, идущего на юг и около 20-22°с.ш. начинающего поворачивать к западу, вливаясь в Северное Пассатное течение, и тем самым замыкает с востока северный субтропический антициклональный круговорот вод [20]. Четвертый пост расположен на Панамском перешейке. Экстремумы в сезонных колебаниях здесь сдвинуты по сравнению с данными предыдущих постов, а размах колебаний заметно меньше.

В юго-западной части океанский муссон возникает летом, как и в северо-западной. Наибольший подъем уровня наблюдается в конце лета, в основном в марте, однако на двух островных портах (порт Вила – Новые Гебриды и о.Норфолк – в Новокаледонской котловине) подъем уровня достигает максимума уже в январе. Минимальные значения уровня наблюдаются южной зимой, чаще всего в июне-июле,

на некоторых постах в августе-сентябре и только в Сиднее минимум наблюдается в ноябре-декабре, а у берега Новой Зеландии в октябре (табл.3).

Таблица 3 – Муссонные колебания уровня в юго-западной части Тихого океана

№	Водомерный пост	Координаты	Максимум		Минимум		Размах колеб., мм	Кол-во непрер. набл., мес./год
			Высота, мм	Месяц года	Высота, мм	Месяц года		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Посты, расположенные вдоль Австралии								
1	Рабаул	4,2°ю.ш. 152°в.д.	7223	Март	7116	Июль	107	$\frac{216}{18}$
2	Таунсвилл	19,25°ю.ш. 146,83°в.д.	7042	Март	6835	Сентябрь	207	$\frac{600}{50}$
3	Брисбен	27,37°ю.ш. 153,1°в.д.	7297	Март	7208	Сентябрь	89	$\frac{372}{31}$
4	Сидней	33,8°ю.ш. 151,2°в.д.	7060	Май	6970	Ноябрь-декабрь	90	$\frac{482}{41}$
Посты, расположенные на удалении от Австралии								
5	Фунафути (атолл)	8,53°ю.ш. 179,22°в.д.	7089	Март	6973	Июль	116	$\frac{360}{30}$
6	Хониара Соломон.о-ва	9,42°ю.ш. 159,2°в.д.	7038	Март	6901	Июль	137	$\frac{410}{35}$
7	Порт Вила (Нов.Гебриды)	17,45°ю.ш. 168,3°в.д.	6937	Январь	6845	Июнь	90	$\frac{216}{18}$
8	Порт Сува (о-ва Фиджи)	18,14°ю.ш. 178,4°в.д.	7119	Февраль	7030	Июнь	82	$\frac{288}{24}$
9	о.Норфолк	20,07°ю.ш. 167,95°в.д.	7009	Январь	6869	Август-сентябрь	140	$\frac{192}{16}$
10	Аваруа (вост.Тонга)	21,2°ю.ш. 159,8°з.д.	6961	Январь-февраль	6896	Июнь	65	$\frac{228}{19}$
11	Нукуалофа (о-ва Тонга)	21,14°ю.ш. 175,18°з.д.	6969	Март	6877	Июль-август	92	$\frac{228}{19}$
12	Паго-Паго (о-ва Самоа)	14,28°ю.ш. 170,69°з.д.	7035	Апрель	6993	Сентябрь	42	$\frac{456}{38}$
13	Папеете (о-ва Таити)	17,53°ю.ш. 149,56°з.д.	7142	Март	7097	Август-сентябрь	45	$\frac{428}{34}$
14	Таранаки (Нов.Зеланд.)	39,05°ю.ш. 174°в.д.	7057	Май	6990	Октябрь	67	$\frac{300}{25}$

Юго-восточная часть океана характерна слабыми муссонными колебаниями, по-видимому по двум причинам. Во-первых, Южноамериканский континент постепенно сужается в направлении на юг, пока не превращается в узкую полосу суши, оканчивающуюся о-вами Огненной Земли около 55-56°ю.ш. южнее этих широт вплоть до Антарктиды суши больше нет. Второй причиной является то, что Анды – очень высокий хребет, подступающий близко к тихоокеанскому берегу. Этот горный хребет (отдельные его вершины достигают 5-7 тыс.метров) препятствует воздушным потокам с океана на континент или в обратном направлении (табл.4).

Следует заметить, что годовой период подъема и опускания уровня обусловлен не только воздушными потоками (муссонными ветрами). Существует еще по крайней мере пять факторов, которые могут оказывать влияние на подобные колебания уровня океана. Эти факторы следующие: сток крупных рек, атмосферные осадки, испарение, изменение атмосферного давления и термическое расширение морской воды.

Таблица 4 – Муссонные колебания уровня в юго-восточной части Тихого океана

№	Водомерный пост	Координаты	Максимум		Минимум		Размах колеб., мм	Кол-во непрер. набл., мес./год
			Высота, мм	Месяц года	Высота, мм	Месяц года		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Ла Либертад	2,2°ю.ш. 80,91°з.д.	7015	Май	6934	Август-сентябрь	81	$\frac{288}{24}$
2	Арика	18,46°ю.ш. 70,31°з.д.	7194	Февраль	7036	Сентябрь	107	$\frac{120}{10}$
3	Антофогаста	23,65°ю.ш. 70,4°з.д.	7057	Февраль	6985	Август	72	$\frac{360}{30}$
4	Кальдера	27,07°ю.ш. 70,83°з.д.	7063	Февраль	6988	Август	75	$\frac{264}{22}$
5	Вальпараисо	33,0°ю.ш. 73,85°з.д.	7038	Февраль	6975	Сентябрь	63	$\frac{335}{28}$
6	о.Пасха	28°ю.ш. 80,91°з.д.	7070	Май	6996	Август	74	$\frac{264}{22}$

Речного стока в рассматриваемом регионе нет. Сток Янцзы, впадающей в Восточно-Китайское море в северной его части, и Меконга – в южной части Южно-Китайского моря вряд ли оказывают влияние на колебания уровня в районах Филиппинских о-вов, Тайваня и Цусимы. С побережья Новой Гвинеи, Австралии, Северной и Южной Америки вообще никакого стока нет. Сезонные колебания атмосферного давления в области экваториальной ложбины, центрах субтропических антициклонов не так уж велики (3-6 гПа), чтобы оказывать заметное влияние на уровень океана. Термическое расширение и сжатие воды также невелико при тех сезонных колебаниях, которые наблюдаются в исследуемом районе. Кроме того, два последних фактора оказывают влияние на уровень с противоположными знаками. Летом увеличение атмосферного давления, которое понижает уровень океана, компенсируется потеплением воды, вызывающим его повышение.

Атмосферные же осадки не везде компенсируются испарением с поверхности океана. Наибольшее годовое количество осадков выпадает в зоне внутритропической конвергенции (экваториальная ложбина). Благодаря восходящим потокам воздуха здесь развивается мощная кучевая облачность и выпадают обильные осадки. Годовые суммы осадков на западе этой области достигают 3000 мм, местами 3500 мм, на востоке около 2500 мм. Распределены осадки в течение года неравномерно. Максимальное их количество наблюдается в летний период. На западе, вследствие перемещения здесь зоны конвергенции из одного полушария в другое, область интенсивных осадков также перемещается. В январе максимальное месячное количество осадков наблюдается на экваторе и к югу от него примерно до 12-15°ю.ш. и достигает 300 мм. В июле наибольшее количество осадков наблюдается на широте северной части о-ва Калимантан и южной части Филиппинских о-вов, где оно составляет 300, а иногда 400 мм. Испарение в этих районах в летние месяцы никогда не достигает таких величин. Следовательно на летний максимум уровня в этих районах превышение осадков над испарением играет существенную роль. На остальной части рассматриваемой акватории осадки и испарение почти уравниваются, в зонах пассатных течений испарение заметно превышает осадки, а особенно значительное превышение испарения над осадками наблюдается в восточных частях субтропических зон. Здесь зимний минимум уровня в значительной мере обусловлен превышением испарения, атмосферных осадков здесь очень мало (от 25 до 150 мм в год) [2,21,22]. Тем не менее сезонные колебания уровня здесь наблюдаются: летом он повышается по сравнению с

зимой на 63-107 мм в юго-восточной и на 137-204 мм в северо-восточной частях океана, что обусловлено исключительно муссонным ветром.

Тот факт, что в зоне внутритропической конвергенции на западе океана количество осадков летом существенно превышает испарение, еще не означает, что летний максимум уровня обусловлен именно этим фактором. Повторяемость осадков редко превышает 30%, а ветер весь сезон дует в одном направлении. Выпадающие осадки в верхнем слое воды переносятся ветровым дрейфом (и постоянными течениями) в соседние районы, что уменьшает подъем уровня в местах их выпадения. Наконец, обильные осадки в упомянутом регионе являются следствием высокой влажности воздуха в период летнего (океанского) муссона, следовательно, весь процесс формирования летнего максимума уровня в целом относится к муссонному явлению.

Рассматривая муссонные колебания, период которых является правильным и равен одному году, представляется интересным рассмотреть и вопрос об их взаимодействии с колебаниями более долгого периода типа Южного колебания (ЮК). В связи с тем, что ЮК имеет период значительно больший, чем муссоны, к тому же этот период не всегда одинаковый по своей продолжительности, то совпадения экстремумов уровня муссонных колебаний в общем случае не должно быть с аналогичными экстремумами колебаний, обусловленных ЮК. Тем не менее можно ожидать, что в каком-то году экстремум муссонного колебания совпадает с серединой соответствующей фазы колебания, связанного с ЮК. Как увеличится размах муссонного колебания в этом случае? В настоящей работе сделана попытка примерно оценить этот эффект. При той продолжительности рядов наблюдений, которая указана в табл.1-4, эффекты совпадения экстремумов не столь уж редки. В табл.5 показаны величины размаха колебаний при таком (примерно) совпадении. В отдельных случаях размах сезонных колебаний превышает 600-700 мм. Сезонные колебания уровня с размахом такой величины имеют не только познавательное, но и практическое значение, особенно при проектировании и поддержке глубины подходных каналов к портам, проектировании пирсов, складировании грузов на этих пирсах.

Таблица 5 – Увеличение сезонного размаха уровня в случаях совпадения муссонного максимума с положительными значениями ЮК

№	Название поста	Размах муссонных колебаний, мм	Размах сезонных колеб. при совп. экстрем. муссонов и ЮК, мм	Год совпадения муссонного максимума с положит. ЮК
1	Легаспи (о. Лусон)	138	230, 240, 285	1983, 1989, 2005
2	о. Калимантан	199	417, 361	1998, 2010
3	о. Окинава	278	706	1995
4	Фукуока	385	476	1986
5	Порт Айрин	392	601	1988
6	о. Тайвань	334	415	1991
7	о. Минданао	164	400	1983
8	Сува (о. Фиджи)	82	123	2009
9	Таунсвилл (Австралия)	207	388	1997
10	о. Норфолк	140	353	1998
11	Порт Вила (Нов. Гебриды)	90	241	1995
12	Рабаул	107	291	1997
13	Сан-Лукас	204	388	1989
14	Лос Анжелес	163	279	1997
15	Антофагаста	72	390	1983

Выводы:

1. Муссонные колебания уровня наблюдаются на всех 34 обработанных водомерных постах в северо-западной, юго-западной, северо-восточной и юго-восточной частях океана от 40°с.ш. до 40°ю.ш. примерно в одинаковых фазах: максимальные уровни отмечаются в середине или конце лета, минимальные – в середине или конце зимы соответствующего полушария.

2. Наиболее значительные сезонные колебания уровня происходят в северо-западной части океана, что обусловлено мощностью Азиатского антициклона. В этой части муссонные колебания прослеживаются от континентального берега до, по крайней мере, 145°в.д. Хотя на этой долготе здесь наблюдений нет, но, судя по значительной величине размаха колебаний уровня вдоль японских берегов, о.Окинава, о.Тайвань, а также Филиппинских о-вов, муссон медленно затухает в сторону океана.

3. В юго-западной части муссонные колебания уровня меньше по своей величине, так как и сам австралийский муссон гораздо слабее азиатского. Все же муссонные колебания достигают о-вов Самоа, Тонга и даже Таити (170-160°з.д.), т.е. заметно дальше в океан, чем колебания азиатского муссона, так как центральная часть Австралии выдвинута в Тихий океан гораздо дальше, чем Центральная Азия. Размах колебаний уровня, вызванных австралийским муссоном, не превышает 207 мм даже вблизи самого австралийского берега, а на о-вах Самоа, Таити, Новой Зеландии он составляет всего 45-67 мм.

4. В северо-восточной части океана муссонные колебания выражены достаточно хорошо. Вблизи берега их размах в субтропических широтах достигает 137-204 мм. Проследить затухание муссона в сторону океана здесь невозможно из-за отсутствия островов.

5. Наиболее слабым является муссон юго-восточной части океана. Размах муссонных колебаний уровня у берега составляет 63-107 мм. Как уже отмечалось, континент здесь сужается до узкой полосы суши, а хребет Анды подходит близко к берегу, что препятствует развитию муссона.

6. Анализ наиболее длинных рядов наблюдений показал, что в случаях приблизительного совпадения экстремумов сезонных колебаний уровня и его колебаний, обусловленных ЮК, размах суммарных колебаний уровня может превышать 700 мм.

Список литературы

1. Бурков В.А. Общая циркуляция Мирового океана. –Л.: Гидрометиздат, 1980. – 251 с.
2. Суховой В.Ф. Основные черты гидрологического режима Атлантического и Тихого океанов. –Киев: УМКВО, 1992. – 217 с.
3. Бурков В.А., Нейман В.Г. Общая циркуляция вод Индийского океана. – М.: Наука, 1977. – С.3-90.
4. Суховой В.Ф. Основные черты гидрологического режима Индийского, Южного и Северного Ледовитого океанов. –Киев: УМКВО, 1991. – 123 с.
5. Корт В.Г. Экваториальные течения Индийского океана при северо-восточном муссоне// Океанология. – 1977. – Т.17. - Вып.2. – С.181-190.
6. Головастов В.А., Соколов В.А. Сезонная циркуляция вод тропической зоны западной части Индийского океана// Экспресс-информация ВНИИГМИ МЦД. Сер.океанология. – 1978.- Вып.3(46). – С.1-11.
7. Атлас океанов: Тихий океан. – Л.: Издательство ГУНИО, 1974. – 302 с.
8. Lighthill M.J. Dynamic response of the Indian Ocean to onset of the South-West Monsoon// Phil.Trans.Roy.Soc.London. – 1969. – A265. – P.45-92.

9. Павлова Ю.В. Сезонные изменения течения Куроиси// Океанология. – 1964. – Т.4 - Вып.4. – С.625-640.
10. *Wyrtki K.* Surface Currents of the Eastern Tropical Pacific Ocean// Inter.Amer.Trop.Bull. – 1965. – N9. – P.271-303.
11. *Фейрбридж Р.У.* Восточно-Китайское море. – В кн.: Океанографическая энциклопедия. Пер.с англ.под ред. Р.М.Деменецкой, Г.И.Баранова, В.В.Панова, А.О.Шпайхера. Л.: Гидрометеиздат, 1974. – С.118-122.
12. *Лафонд В.С.* Южно-Китайское море. – В кн.: Океанографическая энциклопедия. Пер.с англ.под ред. Р.М.Деменецкой, Г.И.Баранова, В.В.Панова, А.О.Шпайхера. Л.: Гидрометеиздат, 1974. – С.608-615.
13. *Boland F.M., Church J.A.* The East Australian Current 1990-1994// – Deep-Sea Res. - 1981. – 28A. –P.937-957.
14. *Chiswell S.M., Toole J., Church J.A.* Transports across the Tasman Sea from WOCE repeat sections: the East Australian Current 1990-1994// New Zealand Journ. Of Marine Freshwater Res. – 1997. – Vol.31. – P.3231-3248.
15. *Ridgway K.R., Godfrey J.S.* The seasonal cycle in the East Australian Current// Journ.Geophys.Res. – 1996. – 101. – P.3627-3637.
16. *Meyers G.* Seasonal variation in transport of the Pacific North Equatorial relative to the wind field// Journ.Phys.Oceanogr. – 1975. – 5. - P.442-449.
17. *Godfrey J.S., Greig M.A.* Relation between mean sea level, current and wind stress on the east coast of Australia// Aust. J. Marine Freshwater Res. – 1975. – 26. – P.389-403.
18. *Webster P.J.* The role of annual cycle in predictability of the coupled ocean-atmosphere system: experiments complex intermediate coupled systems// World Clim.Res.Progr. – 1995. – N717. – P.766-771.
19. <http://www.psmsl.org/data/obtaining/>
20. Павлова Ю.В. Сезонные изменения Калифорнийского течения// Океанология. – 1966. – Т.6 - Вып.6. – С.1003-1013.
21. *Брызгин Н.Н., Шарова В.Я.* Распределение осадков и их годовой ход// Мировой водный баланс водные ресурсы Земли. – Л: Гидрометеиздат, 1974. – С.541-544.
22. *Гриценко А.М., Степанов В.Н.* Водный баланс Мирового океана и его роль в планетарных процессах// Изв.АН СССР, серия геогр. – 1980. – N6. – С.19-25.

Мусонні явища Тихого океану. Суховій В.Ф., Рубан І.Г.

Розглянуто сезонні коливання рівня Тихого океану між 40°пн.ш. та 40°пд.ш, пов'язані з дією мусонів. Використані дані спостережень на 34 континентальних та острівних станціях. Отримано, що максимальні сезонні коливання спостерігаються в північно-західній частині акваторії (розмах коливань складає ~400 мм), в південно-східній частині – біля 70 мм, а мінімальна дія мусонів спостерігається в центральній частині акваторії (розмах коливань порядку 40 мм). У разі збігу екстремумів сезонних коливань і коливань, пов'язаних з ПдК, загальний розмах коливань може зрости до 700 мм.

Ключові слова: Тихий океан, мусон, рівень, розмах коливань, Південне коливання.

Pacific monsoon. Suhovey V.F., Ruban I.G.

Seasonal oscillations of the ocean level in Pacific between 40N and 40S associated with the monsoon activity are considered. The database includes 34 continental and island stations. The largest seasonal ocean level oscillations occur in the north-western part of the Pacific and are of about 400 mm, while in the south-eastern part seasonal variations equal to 70 mm. In the Central Pacific the ocean level changes are minimal and as large as about 40 mm. In a case of overlaying the seasonal variations and the South oscillation the total ocean level changes can achieve up to 700 mm.

Keywords: Pacific ocean, monsoon, sea level changes, the South oscillation .