

Из истории естествознания
From the History of Science

DOI: 10.31857/S020596060010891-2

**ИСТОРИЯ ОКЕАНОГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ
В ЮЖНО-КИТАЙСКОМ МОРЕ**

ВЛАСОВА Галина Александровна – Тихоокеанский океанологический институт им. В. И. Ильичева ДВО РАН; Россия, 690041, Владивосток, ул. Балтийская, д. 43; E-mail: gavlasova@mail.ru

© Г. А. Власова

Южно-Китайское море является одним из крупнейших окраинных морей Мирового океана и относится к бассейну Тихого океана. Оно обладает большой практической значимостью, поскольку богато биологическими и минеральными ресурсами и через это море проходят важные транспортные пути. Однако хотя история народов Юго-Восточной Азии исчисляется не одним тысячелетием, Южно-Китайское море имеет достаточно короткую историю океанографических исследований – его по-настоящему масштабное изучение началось лишь в первой половине прошлого столетия. До 1955 г. почти все научные исследования были проведены учеными развитых стран, в основном датскими, французскими, японскими, английскими и американскими. Государства, непосредственно омываемые Южно-Китайским морем, получили возможность активно включиться в дело освоения моря лишь после того, как получили независимость и в них появились первые мореведческие организации и научные институты. Рассмотрению основных этапов изучения Южно-Китайского моря и посвящена данная статья.

Ключевые слова: Южно-Китайское море, Китай, Вьетнам, гидрографические исследования, циркуляция вод.

Статья поступила в редакцию 20 июля 2018 г.

THE HISTORY OF OCEANOGRAPHIC RESEARCH IN THE SOUTH CHINA SEA

VLASOVA Galina Alexandrovna – V. I. Il'ichev Pacific Oceanological Institute, Far East Branch of the Russian Academy of Sciences; Ul. Baltiyskaya, 43, Vladivostok, 690041, Russia; E-mail: gavlasova@mail.ru

© G. A. Vlasova

Abstract: The South China Sea is one of the largest border seas of the World Ocean and part of the Pacific Basin. Its abundance of biological and mineral resources, as well as the fact that the important maritime transportation routes pass through this sea, determines its considerable practical importance. However, despite the South-Asian peoples' history of several millennia, the South China Sea has a relatively short history of oceanographic research, as its large-scale studies only began in the first half of the 20th century. Before 1955, studies were mostly carried out by the scientists from advanced economies, mostly by Danish, French, Japanese, British, and American scientists. The countries directly washed by the South China Sea only became able to actively engage in the exploration of this sea after they gained independence and the first organizations and scientific institutions carrying out marine studies began to appear there. This paper reviews the main stages in the studies of the South China Sea.

Keywords: South China Sea, China, Vietnam, hydrographic research, water circulation.

For citation: Vlasova, G. A. (2020) Istoriia okeanograficheskikh issledovaniy v Iuzhno-Kitaiskom more [The History of Oceanographic Research in the South China Sea], *Voprosy istorii estestvoznaniia i tekhniki*, vol. 41, no. 3, pp. 484–503, DOI: 10.31857/S020596060010891-2.

Южно-Китайское море является одним из крупнейших окраинных морей Мирового океана и относится к бассейну Тихого океана (рис. 1). Его воды омывают берега 12 густонаселенных стран Юго-Восточной Азии, в том числе Китая, Малайзии, Таиланда, Камбоджи, Филиппин, Вьетнама, экономика и хозяйственная деятельность которых тесно связаны с освоением природных ресурсов морской акватории.

Практическая значимость научных исследований Южно-Китайского моря значительно возросла в последние десятилетия в связи с активным освоением его биологических, минеральных и энергетических ресурсов. Через него проходят важные морские пути, соединяющие Тихий и Индийский океаны. Если в 70-е гг. прошлого века интенсивность морского движения в среднем составляла 50 тыс. судов в год ¹,

¹ Данг К. М. Океанологические условия Южно-Китайского моря // Морской сборник. 1974. № 4. С. 91–93.

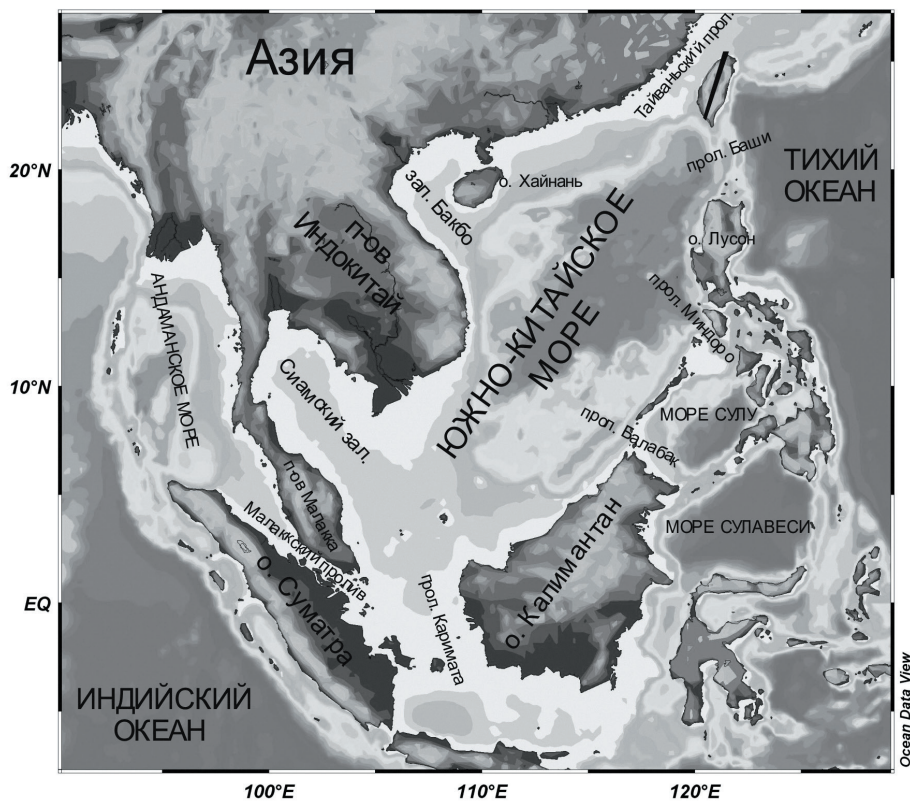


Рис. 1. Карта Южно-Китайского моря

то в настоящее время эта цифра увеличилась как минимум в два раза, прежде всего в силу того, что в прибрежных районах моря происходит активный промысел рыбы, добыча нефти и газа. На акваторию Южно-Китайского моря приходится основная масса морепродуктов, добываемых близлежащими странами. Особенно бурно осваиваются ресурсы шельфовой зоны Южно-Китайского моря. Промышленная добыча нефти ведется на южном участке шельфа более двадцати лет, а на центральном и северном участках идет интенсивная геофизическая разведка нефти и газа.

Тем не менее, несмотря на свою значимость, данная акватория имеет достаточно короткую историю океанографических исследований — ее по-настоящему масштабное изучение началось лишь в первой половине прошлого столетия. При этом интенсивность исследований Южно-Китайского моря претерпевала подъемы и спады, испытывая влияние политических, военных и экономических факторов. До 1955 г. почти все научные исследования были проведены учеными развитых стран, в основном датскими, французскими, японскими, английскими и американскими. Государства, непосредственно

омываемые Южно-Китайским морем, получили возможность активно включиться в его освоение лишь после того, как большинство стран региона получило независимость и в них появились первые мореведческие организации и научные институты. Ниже будут рассмотрены основные этапы изучения Южно-Китайского моря.

Всего таких этапов можно выделить шесть ².

Первый, предварительный этап (до 1920 г.). Первые отрывочные сведения о Южно-Китайском море были получены в XIX в. в период проведения здесь общих океанологических работ. Первые, в основном гидрографические, наблюдения в различных районах моря были проведены в 1874 г. экспедицией под руководством шотландского натуралиста Чарлза Уайвилла Томсона на британском корвете «Челленджер» – первенце океанографического флота (рис. 2 а, б), в 1875 г. группой ученых под руководством океанографа Георга Бальтазара Неймайера на немецком корвете «Газелле» (рис. 2 в, г) и в 1899 г. экспедицией под руководством профессора зоологии Карла Фридриха Хуна на немецком пароходе «Вальдивия» (рис. 2 д, ж) ³. Они носили ознакомительный, эпизодический характер и включали наблюдения за дрейфом судна и плавучих объектов, описание отдельных участков побережья, изучение условий плавания в море.

Второй этап: первые гидрологические станции и съемки (1920–1944). В довоенные годы и годы Второй мировой войны отмечалось увеличение числа гидрологических станций во всей акватории моря. При этом большой вклад в изучение гидрологических условий моря внесли французские ученые. Так, например, именно французы 14 сентября 1922 г. основали в г. Нячанге первый институт морских исследований в Юго-Восточной Азии. Он назывался Рыбное хозяйство Индокитая (*Service des pêches de l'Indochine*) и в 1930 г. был переименован в Океанографический институт Индокитая (*L'Institut océanographique de l'Indochine*), ныне Институт океанографии Вьетнамской академии наук и технологий. Изначально в нем работали французские океанографы, биологи и зоологи.

Систематические океанологические наблюдения за температурой и соленостью вод Южно-Китайского моря были начаты экспедицией датского судна «Дана» летом 1929 г., при этом большая часть наблюдений была выполнена в прибрежной зоне северной и западной частей моря, особенно в Тонкинском и Таиландском заливах ⁴.

Первый обобщающий материал о гидрометеорологических наблюдениях в Южно-Китайском море вплоть до 1935 г. был получен

² *Неуен З. Т.* Циркуляция вод Южно-Китайского моря в зимний и летний сезоны: дис. ... канд. геогр. наук. Владивосток, 1990.

³ *Москалев Л. И.* Мэтры глубин. От парусно-парового корвета «Челленджер» до глубоководных обитаемых аппаратов. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2005.

⁴ *Schmidt, J.* Oceanographical Expedition of the Dana, 1928–1930 // *Nature*. 1931. Vol. 127. P. 444–446.



а



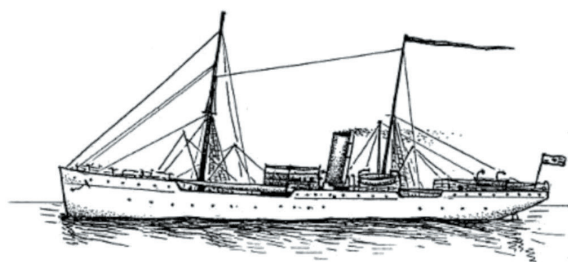
б



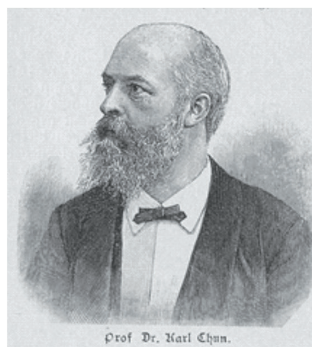
в



г



д



ж

Рис. 2. Суда и начальники первых экспедиций, изучавших акваторию Южно-Китайского моря: а – корвет «Челленджер», б – Ч. У. Томсон; в – корвет «Газелле», г – Г. Б. Неймайер; д – пароход «Вальдивия», ж – К. Ф. Хун

Нидерландским метеорологическим институтом в 1936 г.⁵ Это были данные и сведения о прибрежных зонах и мелководной части моря. И только летом 1941 г. была проведена первая крупномасштабная съемка вод моря японскими океанологами⁶.

Таким образом, в довоенный и военный периоды были получены общие представления о гидрологическом режиме вод в отдельных районах моря, и в основном в его западной части.

Третий этап: исследования по национальным и межправительственным программам (1945–1964). В послевоенные годы отмечается бурное развитие комплексных исследований по национальным и межправительственным программам изучения различных районов моря. С 1947 по 1950 г. Служба рыбного и животного мира США (*United States Fish and Wildlife Service*) провела комплексные исследования вод около Филиппин. Эти данные были переданы в Scrippsовский океанографический институт (*Scripps Institution of Oceanography*, США, Калифорния). С 1950 по 1961 г. в Тонкинском заливе проводились гидрометеорологические работы в рамках программы китайско-вьетнамского сотрудничества (*China – Vietnam Investigations Cooperation, CVIC*). В 1960-е гг. стартовала советско-вьетнамская программа по исследованию океанологических условий экономической зоны моря. Параллельно с ними в 1959–1961 гг. проводилась и американская национальная программа по изучению волновых процессов в морях Юго-Восточной Азии. Американскими учеными были подробно исследованы Таиландский залив и район, прилегающий к побережью Южного Вьетнама.

Результаты вышеуказанных программ не только дополнили базу гидрологических данных, но и дали толчок последующим исследованиям гидрометеорологического режима акватории Южно-Китайского моря. Первой работой обобщающего характера по его физической океанографии явилось исследование американского океанолога К. Виртки⁷, который прожил в Индонезии с 1954 по 1957 г. с целью изучения океанологических характеристик водных масс Южно-Китайского моря. В основе его работы лежат многолетние материалы, в первую очередь гидрологические данные, собранные во время действия вышеупомянутой американской национальной программы (1959–1961), данные Океанографического института Индокитая (Нячанг, Вьетнам) и Филиппинского бюро рыболовства (*Philippines' Bureau of Fisheries*). Им впервые было дано пространственное распределение основных гидрологических параметров по всей акватории моря. С помощью

⁵ Oceanographic and Meteorological Observations in the China Seas and in the Western Part of the North Pacific Ocean// Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut. 1936. No. 115.

⁶ Currents in the South China, Java, Celebes and Sulu Seas // US Navy Hydrographic Office. 1945. Publication No. 236.

⁷ *Wyrki, K. Scientific Results of Marine Investigation of the South China Sea and Gulf of Thailand, 1959–1961.* La Jolla, CA: The University of California, Scripps Institution of Oceanography, 1961 (NAGA Report. Vol. 2).

динамического метода были проведены расчеты расходов воды поверхностного слоя и уровня моря. Дана предварительная оценка схем циркуляции вод в летний и зимний сезоны. По данным той же американской национальной программы в 1961 г. Э. Лафонд⁸ рассмотрел распределение океанографических характеристик, динамические процессы прибрежных зон и их связь с биопродуктивностью. В его работе были выделены зоны подъема и опускания вод в западной части моря и была сделана попытка объяснить механизм подъема вод на южном шельфе Вьетнама в летний период, связанный с воздействием муссонных ветров сгонно-нагонного характера.

Четвертый этап: стационарные и экспедиционные исследования (1965–1974). После 1965 г. начался этап интенсивных комплексных стационарных и экспедиционных исследований Южно-Китайского моря. Особенно широкий размах они получили в комплексной программе «Совместное изучение Курошио и прилегающих районов» (*Japan Study Kuroshio, JSK*) в 1965–1975 гг. Если до 1965 г. наблюдения проводились в основном в прибрежных районах моря и лишь эпизодически в его открытой части, то в ходе данного этапа исследований глубоководная часть моря почти полностью была покрыта сетью гидрологических станций. Впервые были проведены измерения на больших глубинах, вплоть до 4000 м. Большинство работ этого периода посвящено комплексному изучению отдельных районов моря. Так, на основании экспедиционных данных за период с апреля 1970 по апрель 1972 г. в работе А. Широты, Л. Лима и М. Чоу был проведен анализ океанологических характеристик южной части моря (южнее 10° с. ш.)⁹. М. Чань и Дж. Уоттс рассмотрели отдельные особенности схем течения и распределения термохалинных характеристик северной части моря, включая шельфовую зону южнее острова Гонконг¹⁰. В это же время появились и новые атласы¹¹, в которых были приведены более детальные, по сравнению с предыдущими, схемы поверхностных течений и наиболее полный набор распределения основных параметров

⁸ LaFond, E. C. *Physical Oceanography and Its Relation to the Marine Organic Production in the South China Sea*. La Jolla, CA, 1963.

⁹ Shirota, A., Lim, L. C., Chow, M. *Some Oceanographic Characteristics of the Southern Part of the South China Sea* // *Proceedings of the Indo-Pacific Fisheries Council*. 1974. Vol. 1. P. 66–85.

¹⁰ Chan, K. M. *The Seasonal Variation of Hydrological Properties in the Northern South China Sea* / J. C. Marr (ed.) *The Kuroshio – A Symposium on the Japan Current*. Honolulu: East-West Center Press, 1970. P. 143–162; Watts, J. C. D. *Current Characteristics and Trace Element Concentration in the Northern Waters of South China Sea* // *The Kuroshio II: Proceedings of the Second Symposium on the Results of the Cooperative Study of the Kuroshio and Adjacent Regions*, Tokyo, Japan, September 28 – October 1, 1970 / K. Sugawara (ed.). Tokyo: Saikon, 1972. P. 113–119.

¹¹ Атлас поверхностных течений австрало-азиатских морей. 2-е изд. Л.: Изд-во Гидрографического управления Министерства обороны СССР, 1968; *Marine Environmental Atlas: Northwestern Pacific Ocean*. Tokyo: Japan Hydrographic Association, 1975; *Marine Environmental Atlas: Northwestern Pacific Ocean II*. Tokyo: Japan Hydrographic Association, 1978.

морской среды Южно-Китайского моря. Учитывая важную роль пролива Лусон (Баши) в водообмене с Тихим океаном, большое внимание было уделено исследованию океанологических условий этого района¹². В работе К. М. Данга была исследована южная акватория моря (к югу от 10° с. ш.) и показано, что в течении всего года температура поверхностной воды моря превышает 27 °С, а в период северо-восточного муссона верхний слой толщиной около 60 м имеет соленость 34,4 ‰, что существенно ниже солености вод в период юго-западного муссона¹³. Характеристики глубинных вод моря впервые были описаны по двум глубоководным станциям: в слое 2000–4000 м температура воды изменялась в пределах 2,32–2,46 °С, а соленость – в пределах 34,60–34,68 ‰.

Пятый этап: комплексные исследования морской среды (1975–1990). Новый этап исследований Южно-Китайского моря начался после окончания войны во Вьетнаме (1975), когда были развернуты комплексные работы по изучению гидрологического режима моря. В рамках национальной программы по комплексному изучению южного шельфа Вьетнама в период с 1976 по 1981 г. Институт океанографии (Нячанг) Национального центра научных исследований Вьетнама, который был создан в Ханое в 1975 г. (в 1993 г. он был переименован в Национальный центр наук и технологий Вьетнама, а в 2004 г. стал ныне существующей Вьетнамской академией наук и технологий) провел несколько экспедиций в этом районе. Активизировали научную деятельность и китайские ученые, которыми были проведены исследования в северной части моря. Приняв новый план океанографических исследований, ставящий новые задачи комплексного изучения морской среды Южно-Китайского моря, научные морские учреждения разных стран осуществили целый ряд экспедиций в акватории моря. В этом числе были и российские экспедиции в 1970–1990-х гг. на научно-исследовательских судах Дальневосточного отделения АН СССР (РАН) (Тихоокеанский океанологический институт им. В. И. Ильичева, Институт биологии моря им. А. В. Жирмунского, Тихоокеанский институт биоорганической химии), Дальневосточного научно-исследовательского гидрометеорологического института Росгидромета и Тихоокеанского института рыбного хозяйства Росрыболовства. На основании результатов этих экспедиций, а также путем обобщения данных многолетних наблюдений российскими и вьетнамскими учеными была проделана большая совместная работа

¹² *Ishino, M., Itosu, C.* The General Feature of Oceanographic Conditions in the Adjoining Waters of the Luzon Strait // Journal of the Tokyo University of Fisheries. 1971. Vol. 57. No. 2. P. 79–86; *Kanari, S., Teramoto, T.* Boshi Channel, Luzon Strait: A Hydraulic Model Experiment of the Tidal Current // Journal of the Oceanographical Society of Japan. 1981. Vol. 37. No. 1. P. 31–48; *Nitani, H.* Oceanographic Conditions in the Sea East of the Philippines and Luzon Strait in Summer of 1965 and 1966 // The Kuroshio – A Symposium on the Japan Current... P. 213–232.

¹³ *Данг.* Океанологические условия Южно-Китайского моря...

по изучению гидрологического режима Южно-Китайского моря и был решен ряд частных научно-исследовательских задач.

Шестой этап: современные исследования (1990 г. — по настоящее время). В настоящее время изучением гидрометеорологического и гидродинамического режимов Южно-Китайского моря активно занимаются не только все страны данного бассейна, но и страны Азиатско-Тихоокеанского региона и Европы. Тем не менее по сравнению с другими морями Мирового океана Южно-Китайское море, и в частности его система течений, на сегодняшний день остается недостаточно изученной. Из-за взаимодействия муссонов (устойчивый ветер, периодически меняющий свое направление — летом дует с океана (юго-западный муссон), зимой с суши (северо-восточный муссон) и горного рельефа сезонная пространственная структура ветрового завихрения над акваторией Южно-Китайского моря является очень специфичной. Такая индивидуальная сезонная изменчивость поля ветра вызывает значимые различия в картинах зимней и летней крупномасштабной циркуляции. Интенсивные западные пограничные течения в Южно-Китайском море вносят свою значимую роль в пространственно-временную изменчивость циркуляции вод указанного бассейна.

Пионерскими работами в области изучения циркуляции вод Южно-Китайского моря можно считать работы французских ученых в конце 20-х — начале 30-х гг. прошлого века, хотя их исследования были выполнены только в западной части моря¹⁴. Уже тогда ими была высказана гипотеза о существовании так называемого постоянного течения в западной части моря вдоль берегов центрального Вьетнама от 16° до 12° с. ш. Для данного региона эта гипотеза французских ученых в то время явилась значительным научным достижением, хотя ей еще только предстояло получить подтверждение.

Первая карта поверхностного течения Южно-Китайского моря была издана в 1945 г. Британским гидрографическим управлением сразу после окончания Второй мировой войны¹⁵. Она была основана на материалах нескольких экспедиций, включающих данные «бутылочной почты». В том же году гидрографическая служба США выпустила ежемесячные карты поверхностных течений (рис. 3.), на которых четко виден муссонный характер поверхностной циркуляции вод моря¹⁶.

В 1961 г. в своей основополагающей работе по Южно-Китайскому морю Виртки представил ежемесячные карты поверхностных течений Южно-Китайского моря, составленные с привлечением всех имеющихся гидрографических и экспедиционных данных; они охватывали бóльший регион и были более детальными по сравнению с ранее

¹⁴ Chevey, P., Carton, P. Les courants de la mer de Chine méridionale et leurs rapports avec le climat de l'Indochine // Institut océanographique de l'Indochine. 1935. Note 26. P. 13.

¹⁵ The Surface Currents of the South China, Java, Celebes and Sulu Seas. London: Hydrographic Department, 1945.

¹⁶ Currents in the South China, Java, Celebes and Sulu Seas...

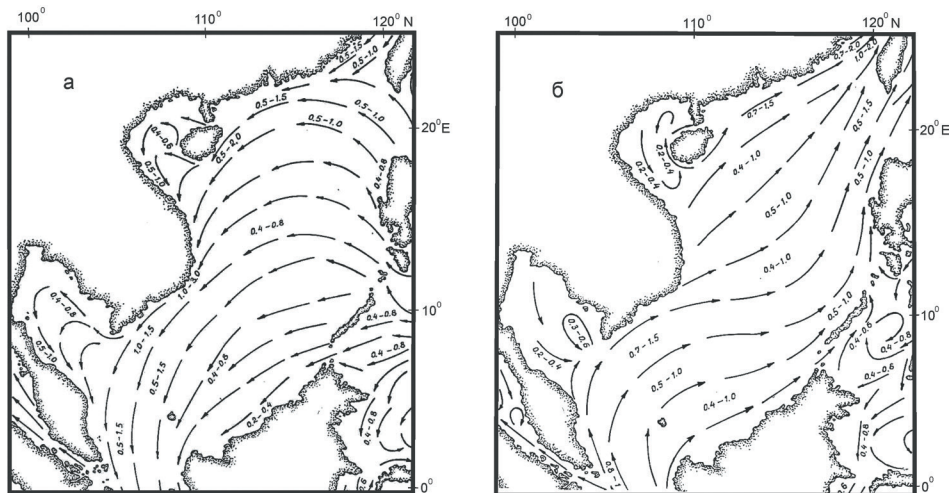


Рис. 3. Поверхностные течения в феврале (а) и в августе (б). Стрелками показано направление течений со скоростями в м/сек
(*Currents in the South China, Java, Celebes and Sulu Seas... P. 6*)

существовавшими картами (рис. 4) ¹⁷. Он показал, что поверхностная циркуляция имеет сезонный характер. Схема поверхностных течений Южно-Китайского моря, с его точки зрения, очень сложна: зимой наблюдается циклоническая циркуляция (область пониженного давления, водные массы в циклоне всегда перемещаются против часовой стрелки в Северном полушарии), а летом — антициклоническая (область повышенного давления, водные массы перемещаются по часовой стрелке в Северном полушарии). Он также установил существование сильной прибрежной струи вдоль Вьетнама, которая меняет направление под воздействием муссона. Таким образом, Виртки первым подтвердил гипотезу французских исследователей. В дальнейшем путем анализа исторических данных китайских океанологов Сюя, Цю и Чэня ¹⁸ и результатов численного моделирования американских ученых П. Т. Шо и С. Чао ¹⁹ данная гипотеза была подтверждена окончательно.

В 1968 г. появился новый атлас, в котором были представлены более детальные схемы течений моря для четырех сезонов ²⁰.

Обобщая данные десятка экспедиций, проводившихся в разные годы, японские ученые в 1973 г. предприняли попытку дать общую

¹⁷ Wyrтки. Scientific Results of Marine Investigation...

¹⁸ Xu, X., Qiu, Z., Chen, H. C. The General Descriptions of the Horizontal Circulation in the South China Sea // Proceedings of the 1980 Symposium on Hydrometeorology, Chinese Society of Oceanology and Limnology. Beijing: Science Press, 1982. P. 137–145.

¹⁹ Shaw, P. T., Chao, S. Surface Circulation in the South China Sea // Deep-Sea Research. 1994. Vol. 41. No. 11–12. P. 1663–1683.

²⁰ Атлас поверхностных течений австрало-азиатских морей...

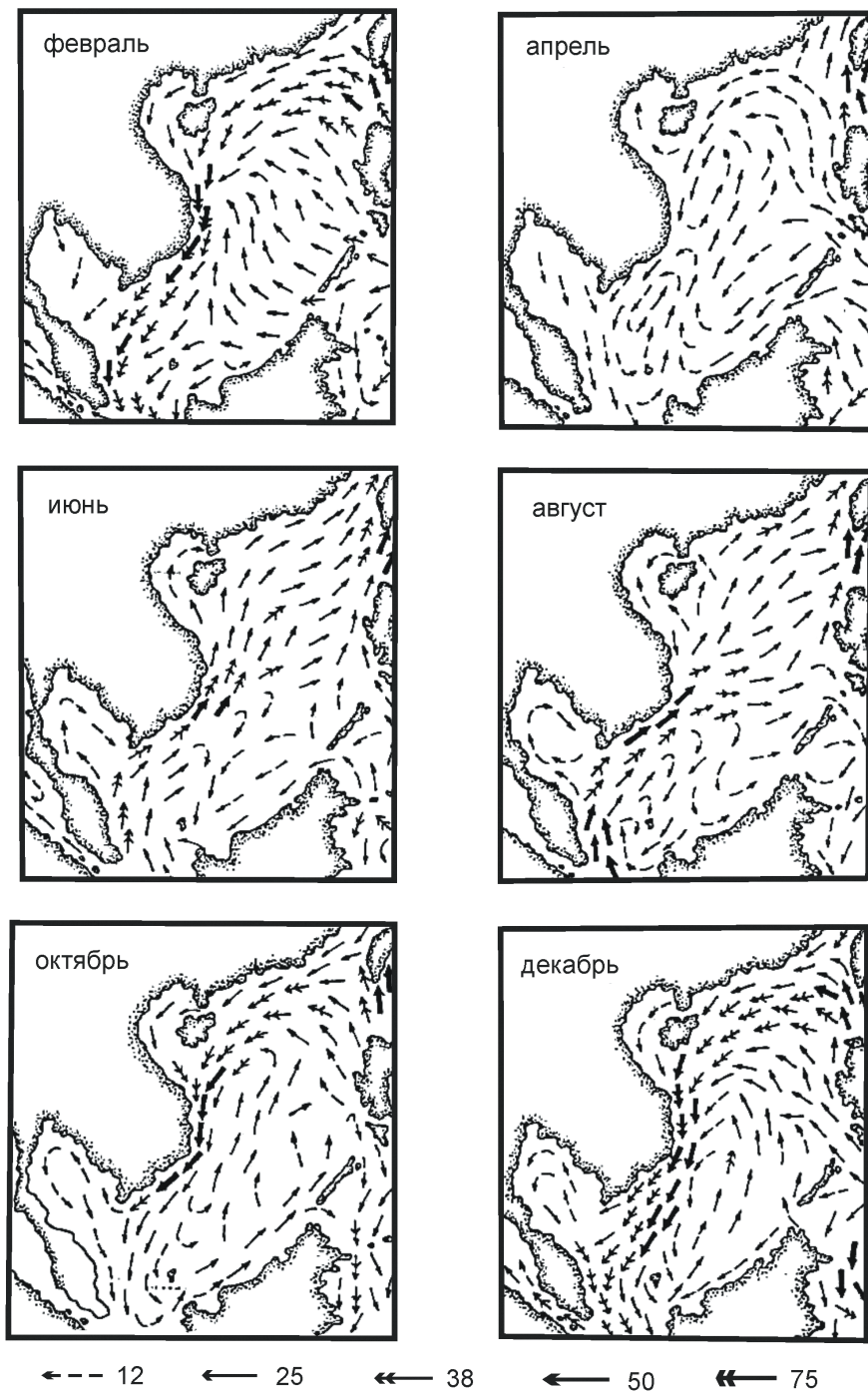


Рис. 4. Среднемесячные карты поверхностных течений Южно-Китайского моря, созданные на основании исторических данных до 1961 г. (Wyrtki. *Scientific Results of Marine Investigation...* P. 7)

схему течений Южно-Китайского моря ²¹. В указанных экспедициях расчет геострофических течений (движений морских вод, вызываемых градиентом давления и уравновешиваемых силой Кориолиса при отсутствии влияния силы трения) проводился с использованием динамического метода, основанного на неравномерном распределении плотности воды по горизонтали. Полученные схемы течения не являются более точными по сравнению с предыдущими, но отличаются от них наличием четко выраженного течения вдоль Центрального Вьетнама.

В 1981 г. в отчете по результатам научно-исследовательской советско-вьетнамской рыбохозяйственной экспедиции были представлены уточненные сведения о течении вдоль берегов Центрального Вьетнама, его ширина приблизительно была оценена в 50–70 км ²².

1985 г. был годом плодотворного исследования циркуляции вод Южно-Китайского моря благодаря комплексным международным научным программам. Из множества работ выделим наиболее значимые. Так, Во Ван Лань с коллегами на основе динамического метода рассчитали поле геострофических течений в летний и зимний сезоны ²³. В отчете Тихоокеанского океанологического института (ТОИ) Дальневосточного научного центра (ДВНЦ) АН СССР при анализе циркуляции вод в западной и центральной частях моря была выявлена особая роль атмосферных осадков в формировании циркуляции моря ²⁴. А. Сирипонгом был впервые систематизирован весь предшествующий материал измерений и на этой основе проведен анализ циркуляции вод Южно-Китайского моря ²⁵. Полученные им карты поверхностных течений для четырех сезонов (зима, весна, лето, осень) оказались более детальными, чем все предыдущие. В отчете Дальневосточного научно-исследовательского гидрометеорологического института (ДВНИГМИ) был выполнен совместный анализ расчетных полей

²¹ Uda, M., Nakao, T. Water Masses and Currents in the South China Sea and Their Seasonal Change // The Kuroshio III. Proceedings of the Third CSK Symposium. Bangkok, 1973. P. 161–188.

²² Сводный отчет о работах долгосрочной научно-исследовательской и научно-поисковой советско-вьетнамской рыбохозяйственной экспедиции в водах СРВ по изучению биологических ресурсов шельфа и прилегающих к нему морских районов (май 1979 г. – июль 1981 г.). Керчь: АЗКЕРНИРО, 1981.

²³ Лань В. В., Чан В. Ш., Нгуен Т. З. Геострофическое течение Южно-Китайского моря // Доклад по государственной программе «Атлас Вьетнама». Ханой, 1985 (на вьетнамском яз.).

²⁴ Исследование структуры и динамики вод отдельных районов Тихого океана и прилегающих морей: отчет о НИР. Владивосток: ТОИ ДВНЦ АН СССР, 1985. Номер государственной регистрации 81067379.

²⁵ Сирипонг А. Динамика термической структуры верхнего слоя и поверхностная циркуляция Южно-Китайского моря // Комплексный глобальный мониторинг Мирового океана: Труды I международного симпозиума, СССР, Таллин, 2–10 октября 1983 г. / Ред. Ю. А. Израэль, сост. С. П. Баринава. Л.: Гидрометеоздат, 1985. Т. 3. С. 150–178.

течений и инструментальных данных, касающихся течений моря ²⁶. Наиболее ярко выраженной особенностью циркуляции вод, отраженной в перечисленных работах, является крупномасштабный поток поверхностных вод с юга, юго-запада и запада на восток и северо-восток в летний сезон. Зимой наблюдается такое же движение, только в обратном направлении. Эти генеральные движения поверхностного слоя играют большую роль в формировании системы течений в море.

В последующие годы, с конца 80-х гг. XX в., с развитием вычислительных технологий было уделено большое внимание численным методам исследования циркуляции вод Южно-Китайского моря ²⁷.

В 2000 г. на основании всех доступных исторических данных американским ученым Т. Цюем была представлена схема течений с квазипостоянными гидродинамическими структурами в Южно-Китайском море (рис. 5) ²⁸. Автором выделены четыре фазы сезонной циркуляции вод в море. В зимний период (ноябрь – февраль) циркуляция вод характеризуется двумя циклоническими круговоротами с доминирующим круговоротом в северной части. Такая структура исчезает весной (март – апрель) и летом (май – июль), когда северный круговорот остается циклоническим, а южный становится антициклоническим. Осенью (август – октябрь) отсутствуют явные крупномасштабные круговороты в пределах Южно-Китайского моря.

Все вышеперечисленные работы в результате выявили или подтвердили следующие основные черты циркуляции вод моря: крупномасштабный циклонический характер общей циркуляции моря; циклоническую циркуляцию вод в северной и южной частях моря зимой (рис. 5, № 1, 2); циклоническую циркуляцию вод в северной части моря летом (рис. 5, № 6); постоянное течение вдоль о. Калимантан (рис. 5, № 4); апвеллинг ²⁹ у берегов южного Вьетнама; антициклоническую циркуляцию вод в южной части моря летом (рис. 5, № 5); течение южного направления вдоль берегов центрального Вьетнама в зимний сезон, летом в обратную сторону (рис. 5, № 7); циклонический круговорот зимой и антициклонический летом в Таиландском

²⁶ Исследования течения Южно-Китайского моря: отчет о НИР. Владивосток: ДВНИГМИ, 1985. Номер государственной регистрации 01860034772.

²⁷ Pohlman, T. A Three Dimensional Circulation Model of the South China Sea // Three Dimensional Models of Marine and Estuarine Dynamics / J. C. J. Nihoul, B. M. Jamart (eds.). Amsterdam: Elsevier, 1987. P. 245–268; Нгуен З. Т., Ле Ф. Ч. Результаты исследования течений на южном шельфе Вьетнама // Рациональное использование природных ресурсов океана: тезисы докладов. 2-й Тихоокеанский симпозиум по морским наукам, СССР, Находка, 11–19 августа 1988 г. / Отв. ред. А. В. Алексеев. Владивосток: Тихоокеанский океанологический институт, 1988. С. 134–135; Нгуен. Циркуляция вод Южно-Китайского моря...; Wang, J., Chern, C. S. Some Aspects on the Circulation in the Northern South China Sea // La mer. 1996. Т. 34. № 3. P. 246–257.

²⁸ Qu, T. Upper-Layer Circulation in the South China Sea // Journal of Physical Oceanography. 2000. Vol. 30. No. 6. P. 1450–1460.

²⁹ Апвеллинг (англ. *upwelling*) – подъем к поверхности холодных глубинных вод.

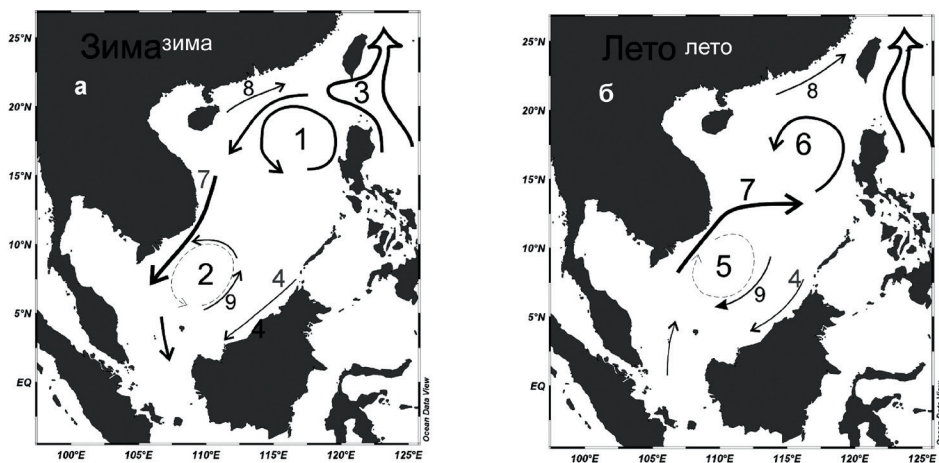


Рис. 5. Общая схема циркуляции вод Южно-Китайского моря зимой (а) и летом (б). 1 – циклоническая циркуляция вод в северной части моря зимой; 2 – циклоническая циркуляция вод в южной части моря зимой; 3 – интрузия течения Куроисио зимой; 4 – течение вдоль о. Калимантан зимой и летом; 5 – антициклоническая циркуляция вод в южной части моря летом; 6 – циклоническая циркуляция в северной части моря летом; 7 – Вьетнамское течение; 8 – Южно-Китайское теплое течение; 9 – Наньшанское противотечение (Qu. Upper-Layer Circulation in the South China Sea... P. 8)

(Сиамском) заливе; существование Южно-Китайского теплого течения (рис. 5, № 8); существование Наньшанского противотечения (рис. 5, № 9); интрузию (внедрение) теплого течения Куроисио из пролива Лусон в зимний период (рис. 5, № 3); двухстороннюю схему течений в проливе Лусон (Баши).

С развитием спутниковой океанологии началась новая эра исследования циркуляции вод с привлечением спутниковых данных. Так, на основании альтиметрических данных *TOPEX / POSEIDON* (декабрь 1992 – октябрь 1997 г.) А. Моримото, К. Ёсимото и Т. Янаги сделали вывод о циркуляции вод в центральной части Южно-Китайского моря в летние и зимние периоды: антициклоническая циркуляция преобладает в летний сезон, циклоническая – зимой³⁰. Подобная картина течений определяется Восточно-Азиатским муссоном, который имеет северо-восточное направление зимой и юго-западное летом.

Как видно из предыдущих исследований, картина течений Южно-Китайского моря имеет достаточно сложную конфигурацию. Рассмотрим ее подробнее.

Итак, зимой (декабрь – март) над Южно-Китайским морем развит зимний, северо-восточный муссон. В северной и центральной частях моря наблюдается широкий поток поверхностных водных масс на запад и юго-запад. Под воздействием северо-восточного муссона воды

³⁰ Morimoto, A., Yoshimoto, K., Yanagi, T. Characteristics of Sea Surface Circulation and Eddy Fields in the South China Sea Revealed by Satellite Altimetric Data // Journal of Oceanography. 2000. Vol. 56. No. 3. P. 331–344.

Северо-экваториального течения Тихого океана поступают из Филиппинского моря в Южно-Китайское море через пролив Лусон и распространяются в западном направлении со средней скоростью 38 см/с. Эти воды сливаются с потоком, поступающим из Восточно-Китайского моря через Тайваньский пролив. Объединенный мощный поток вод со скоростью 20–30 см/с течет вдоль о. Хайнань к берегам Вьетнама. В центральном районе северной части (19° с. ш., 117° в. д.) поток достигает максимального развития и имеет ширину 200 морских миль. К востоку от о. Хайнань часть водных масс, изменив прежнее направление, двигается на север и северо-восток в Тонкинский (Бакбо) залив. Основной же поток южнее о. Хайнань переносится дальше на юго-запад к берегам Центрального Вьетнама поток со скоростью 36 см/с. Этот поток весьма устойчив и достигает в декабре у берегов Вьетнама максимальной скорости до 100 см/с. Далее он со скоростью 30–40 см/с направляется на юго-запад в южную часть моря к о. Калимантан и Суматра. У входа в Таиландский залив происходит «размывание» потока. Одна из его частей со скоростью 22 см/с направляется в залив и создает в его центральной части циклонический круговорот со скоростью 10 см/с, другая следует дальше на юг со скоростью 12 см/с и через южные проливы выходит из Южно-Китайского моря. При разделении потока его скорость заметно уменьшается. Течение же юго-западного направления со средней скоростью 45 см/с подходит к о. Калимантан. Вдоль побережья Китая (18–21° с. ш., 112–116° в. д.) рядом с мощным западным переносом появляется обратный поток северо-восточного направления, несмотря на устойчивое действие зимнего муссона. Это есть проявление теплого Южно-Китайского течения³¹. Подобная схема циркуляции сохраняется до глубины 1000 м. По своему характеру зимнюю поверхностную циркуляцию можно разделить на две части. Границей такого условного разделения может служить линия с юго-запада на северо-восток до северной оконечности о. Лусон. В первой части, куда входят северная и западная зоны, перенос воды западного и юго-западного направления более интенсивен и носит явно ветровой характер. Во второй части, менее значительной по площади, куда входят восточная и южная зоны, наблюдаются как циклонические, так и антициклонические структуры с незначительными скоростями течений.

Весной (март – май) с ослаблением северо-восточного муссона и усилением юго-западных ветров начинается перестройка зимней циклонической циркуляции поверхностных вод. В апреле в северной части моря

³¹ Guan, B. X. The Warm Current in the South China Sea – A Current Flowing Against the Wind in Winter in the Open Sea off Guangdong Province // *Oceanologia et Limnologia Sinica*. 1978. Vol. 9. No. 2. P. 117–127; Guo, Zh., Yang, T., Qiu, D. The South China Sea Warm Current and the SW-Ward Current on Its Right Side in Winter // *Tropic Oceanology*. 1985. Vol. 4. No. 1. P. 1–8 (на кит. яз.).

наблюдаются течения, характерные для зимнего муссона³², а в южной части — уже течения летнего типа. В результате этого в западной части моря вблизи берегов Вьетнама образуются две зоны циклонической циркуляции вод. Ослабевает мощность поступающего с севера потока вод на западной периферии акватории до 20–30 см/с. У южного побережья Вьетнама с ослаблением северного, движущегося вдоль берега потока вод более широкое распространение получают распресненные воды р. Меконг. В центральной части моря наблюдается появление разнонаправленных потоков на поверхности и образование множества небольших вихрей. В районе около 13° с. ш. и 111° в. д. формируется обширный антициклонический вихрь, который прослеживается до глубины более 500 м. На периферии вихря, у южного побережья Вьетнама, часть вод, направляясь на север узким потоком вдоль побережья, распространяется далее навстречу доминирующей в северной части моря циклонической циркуляции. Часть потока направляется на юг со скоростью до 30 см/с и образует ряд небольших вихрей разного знака. С усилением юго-восточных ветров в юго-восточной части моря появляется поток северо-восточного направления, движущийся со стороны проливов Каримата и Геласа из Яванского моря со скоростью 10 см/с. Течение направляется далее на север вдоль восточной окраины моря со скоростью около 30 см/с, вовлекаясь в остаточную зимнюю циклоническую циркуляцию северной части моря.

Лето (июнь — август) — период наибольшего развития летнего юго-западного муссона, когда происходит полная перестройка поля поверхностных течений. Водные массы, входящие через южные проливы, растекаются по южной части Зондского шельфа со средней скоростью 10–12 см/с. Вдоль берегов о. Калимантан течение имеет северо-восточное направление со средней скоростью 17 см/с. В Таиландском заливе образуется антициклонический круговорот. Скорость течения в этом районе не превышает 20 см/с и в среднем составляет 13 см/с. На южном шельфе Вьетнама перенос вод осуществляется в восточном и северо-восточном направлении со средней скоростью 23 см/с. У берегов южного Вьетнама поток движется вдоль берега в направлении, обратном зимнему, и уступает ему по интенсивности и масштабности. Ширина потока составляет 100 морских миль. В районе 11° с. ш. и 109° в. д. поток отрывается от берега и вместе с соседними массами образует крупномасштабный зональный перенос. Поток направляется с запада на восток по 11° с. ш. со средней скоростью 32 см/с. На юге Филиппинских берегов формируется циклонический круговорот, который также имеет зональную направленность. К северо-западу от о. Калимантан наблюдается антициклоническая структура центр которой имеет координаты 7° с. ш. и 113° в. д. Севернее 15° с. ш. перенос вод происходит в основном в северном и северо-восточном направлениях. Средняя скорость

³² Yuan, Y., Liao, G., Xu, X. Three Dimensional Diagnostic Modeling Study of the South China Sea Circulation before Onset of Summer Monsoon in 1998 // Journal of Oceanography. 2007. Vol. 63. No. 1. P. 77–100.

течения в этих районах составляет 27 см/с. Одной из четко выраженных особенностей летней циркуляции вод является образование циклонического круговорота в северной части моря с центром в районе 19° с. ш. и 115° в. д. со скоростью около 6 см/с. Юго-западный муссон возбуждает течения вдоль берега Вьетнама к северу моря, которые движутся со скоростью до 50 см/с. К востоку от о. Хайнань скорость течения достигает максимального значения и составляет 67 см/с. Далее потоки выходят из Южно-Китайского в Восточно-Китайское море через Тайваньский пролив и в Тихий океан через пролив Лусон. В восточной части моря течения неустойчивы и зависят от местных ветров. В результате этого здесь наблюдаются течения различных направлений. В отличие от зимнего, летний поток не имеет возможности следовать дальше на юг, встречаясь с южным переносом в районе около 13° с. ш. и 110° в. д., поэтому он поворачивает на восток, а затем на северо-восток и движется обратно в северный район моря. Причиной этому является наличие антициклонического вихря в районе 15° с. ш. и 117° в. д. В мелководных районах как в зимний, так и в летний период формируются противотечения. В глубоководных районах на глубине 2000 м циркуляция вод является циклонической. В целом летняя поверхностная циркуляция вод уступает зимней по интенсивности.

Осенью начинается очередная смена направления муссонных ветров, во время которой течения малоустойчивы. В сентябре в южной и восточной частях моря сохраняется еще летний тип течений, но в северной и западной частях развивается ветер северо-восточного направления и преобладают относительно устойчивые течения, характерные для зимнего муссона. На западной периферии моря появляется поток южного, юго-восточного направления, имеющий скорости до 30 см/с. Наблюдается усиление вихреобразования в центральной части моря. Скорости движения вод здесь довольно высокие, до 50 см/с. На этом фоне формируется общая циклоническая система циркуляции вод по зимней схеме. Общая система циркуляции может нарушаться местными сильными ветрами. Сильные местные ветры в восточной части моря зачастую являются причиной полного нарушения муссонной схемы поверхностных течений. При прохождении тайфунов могут наблюдаться более значительные дрейфовые (ветровые) течения, чем в обычных условиях. По данным ряда работ, осенью ветвь течения, направленная на север, сворачивает от побережья Вьетнама в районе примерно 11–13° с. ш.³³ Это течение называется Западным прибрежным (пограничным), или Вьетнамским, течением, его продолжение, поворачивающее в глубь моря, – Северным Наньшанским течением.

³³ Fang, W., Guo, Zh., Huang, Y. Observational Study of the Circulation in the Southern South China Sea // Chinese Science Bulletin. 1998. Vol. 43. No. 11. P. 898–905; Li, L., Xu, J., Jing, Ch., Wu, R., Guo, X. Annual Variation of Sea Surface Height, Dynamic Topography and Circulation in the South China Sea. A TOPEX / Poseidon Satellite Altimetry Study // Science in China (Series D). 2003. Vol. 46. No. 2. P. 127–138.

Анализ поля поверхностных течений показывает, что в мелководных районах моря, таких как Зондский шельф, Таиландский и Тонкинский заливы, направление течений совпадает с направлением ветра, а в глубоководной части течения отклоняются вправо от направления ветра. Противотечения на шельфе формируются уже на 20-метровой глубине. В переходной от шельфа к глубоководной части зоне наблюдается усиление течений, направленных вдоль свала глубин, начиная с 200 м течения мало изменяются и по величине, и по направлению. Эффект прямого действия ветра ощутим только в верхнем 50-метровом слое.

Таким образом, Южно-Китайское море является комплексным природным полигоном, обладающим уникальным гидрометеорологическим режимом, сильной изрезанностью берегов, своеобразным рельефом дна и наличием многочисленных островов и проливов. В климатическом отношении Южно-Китайское море относится к «муссонно-тропическому» типу и находится под влиянием Восточно-Азиатского муссона, при котором зимой преобладают ветры одного направления (северо-восточного), а летом — противоположного (юго-западного). Указанный муссон формирует крупномасштабную поверхностную циркуляцию вод моря, на изменчивость которой влияет множество факторов, таких как наличие западных пограничных течений, тайфунов, мезомасштабных вихрей, интрузии течения Куроисио и интрузии вод из Филиппинского моря, а также орография берегов и рельеф дна. В разных частях моря определяющими являются разные факторы из этого перечня. Крупномасштабная циркуляция поверхностных вод имеет ярко выраженный сезонный ход, причем центральное положение в нем занимают летний и зимний сезоны, а осенний и весенний рассматриваются как переходные.

Южно-Китайское море является транзитной зоной прохождения тайфунов, либо приходящих сюда из западной части Тихого океана, либо имеющих местное происхождение и движущихся в сторону дальневосточных морей вплоть до 45° с. ш. с выносом большого количества энергии, что вызывает сильные наводнения, штормовые нагоны, оползни, обвалы и т. д. Все это оказывает существенное влияние на формирование погодных и климатических условий российского Дальнего Востока, поэтому исследования Южно-Китайского моря для России крайне важны.

Данная работа выполнена в рамках создания программы курса «История океанологии», предназначенного для подготовки аспирантов к сдаче кандидатского экзамена по специальности «История и философия науки».

References

- Atlas poverkhnostnykh techenii avstralo-aziatskikh morei. 2-e izd. [Atlas of Surface Currents of the Australasian Seas. 2nd ed.]* (1968). Leningrad: Izdatel'stvo Gidrograficheskogo upravleniia Ministerstva oborony SSSR.
- Chan, K. M. (1970) The Seasonal Variation of Hydrological Properties in the Northern South China Sea, in: Marr, J. C. (ed.) *The Kuroshio — A Symposium on the Japan Current*. Honolulu: East-West Center Press, pp. 143–162.

- Chevey, P., and Carton, P. (1935) Les courants de la mer de Chine méridionale et leurs rapports avec le climat de l'Indochine, *Institut océanographique de l'Indochine*, note 26.
- Currents in the South China, Java, Celebes and Sulu Seas (1945), *US Navy Hydrographic Office*, publication no. 236.
- Dang, K. M. (1974) Okeanologicheskie usloviia Iuzhno-Kitaiskogo moria [Oceanological Conditions in the South China Sea], *Morskoi sbornik*, no. 4, pp. 91–93.
- Fang, W., Guo, Zh., and Huang, Y. (1998) Observational Study of the Circulation in the Southern South China Sea, *Chinese Science Bulletin*, vol. 43, no. 11, pp. 898–905.
- Guan, B. X. (1978) The Warm Current in the South China Sea – A Current Flowing Against the Wind in Winter in the Open Sea off Guangdong Province, *Oceanologia et Limnologia Sinica*, vol. 9, no. 2, pp. 117–127.
- Guo, Zh., Yang, T., and Qiu, D. (1985) The South China Sea Warm Current and the SW-Ward Current on Its Right Side in Winter, *Tropic Oceanology*, vol. 4, no. 1, pp. 1–8 (in Chinese).
- Ishino, M., and Itosu, C. (1971) The General Feature of Oceanographic Conditions in the Adjoining Waters of the Luzon Strait, *Journal of the Tokyo University of Fisheries*, vol. 57, no. 2, pp. 79–86.
- Issledovanie struktury i dinamiki vod otdel'nykh raionov Tikhogo okeana i priliegaiushchikh morei: otchet o NIR / TOI DVNTs AN SSSR [Studies of the Structure and Dynamics of the Waters of Certain Regions of the Pacific Ocean and Adjacent Seas: Report on the Research Work Conducted by the Pacific Oceanological Institute of the Far-East Scientific Center of the USSR Academy of Sciences]* (1985). Vladivostok, nomer gosudarstvennoi registratsii 81067379.
- Issledovaniia techeniia Iuzhno-Kitaiskogo moria: otchet o NIR [Studies of the Structure and Dynamics of the Waters of Certain Regions of the Pacific Ocean and Adjacent Seas: Report on the Research Work Conducted by the Far East Hydrometeorological Research Institute]* (1985). Vladivostok, nomer gosudarstvennoi registratsii 01860034772.
- Kanari, S., and Teramoto, T. (1981) Boshi Channel, Luzon Strait: A Hydraulic Model Experiment of the Tidal Current, *Journal of the Oceanographical Society of Japan*, vol. 37, no. 1, pp. 31–48.
- LaFond, E. C. (1963) *Physical Oceanography and Its Relation to the Marine Organic Production in the South China Sea*. La Jolla, CA
- Lanh, V. V., Tran, V. S., and Nguyen, T. D. (1985) *The Geostrophic Current in the South China Sea, Report of Program Atlas of Vietnam*. Hanoi (in Vietnamese)
- Li, L., Xu, J., Jing, Ch., Wu, R., and Guo, X. (2003) Annual Variation of Sea Surface Height, Dynamic Topography and Circulation in the South China Sea. A TOPEX / Poseidon Satellite Altimetry Study, *Science in China (Series D)*, vol. 46, no. 2, pp. 127–138.
- Marine Environmental Atlas: Northwestern Pacific Ocean* (1975), Tokyo: Japan Hydrographic Association.
- Marine Environmental Atlas: Northwestern Pacific Ocean II* (1978), Tokyo: Japan Hydrographic Association.
- Morimoto, A., Yoshimoto, K., and Yanagi, T. (2000) Characteristics of Sea Surface Circulation and Eddy Fields in the South China Sea Revealed by Satellite Altimetric Data, *Journal of Oceanography*, vol. 56, no. 3, pp. 331–344.
- Moskalev, L. I. (2005) *Metry glubin. Ot parusno-parovogo korveta "Chellendzher" do glubokovodnykh obitaemykh apparatov [The Masters of the Depths. From the Sail-And-Steam Corvette "Challenger" to Deep-Sea Manned Vehicles]*. Moskva: Tovarishchestvo nauchnykh izdaniy KMK.
- Nguen, Z. T. (1990) *Tsirkuliatsiia vod Iuzhno-Kitaiskogo moria v zimnii i letnii sezony: dis. ... kand. geogr. nauk [Water Circulation in the South China Sea in the Winter and Summer Seasons. Thesis for the Candidate of Geographical Sciences Degree]*. Vladivostok.
- Nguen, Z. T., and Le, F. Ch. (1988) Rezul'taty issledovaniia techenii na iuzhnom shel'fe V'etnama [Results of the Studies of Currents on the Southern Shelf of Vietnam], in: Alekseev, A. V. (ed.) *Ratsional'noe ispol'zovanie prirodnykh resursov okeana: tezisy dokladov. 2-i Tikhookeanskii simpozium po morskim naukam, SSSR, Nakhodka, 11–19 avgusta 1988 g. [Sustainable Use of Natural Resources of the Ocean: Abstracts of*

- the 2nd Pacific Symposium on Marine Sciences. Nakhodka, August 11–19, 1988, Pacific Scientific Association, Committee for Marine Sciences, Pacific Oceanological Institute, Far East Branch, USSR Academy of Sciences*]. Vladivostok, pp. 134–135.
- Nitani, H. (1970) Oceanographic Conditions in the Sea East of the Philippines and Luzon Strait in Summer of 1965 and 1966, in: Marr, J. C. (ed.) *The Kuroshio – A Symposium on the Japan Current*. Honolulu: East-West Center Press, pp. 213–232.
- Oceanographic and Meteorological Observations in the China Seas and in the Western Part of the North Pacific Ocean (1936), *Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut*, no. 115.
- Pohlman, T. (1987) A Three Dimensional Circulation Model of the South China Sea, in: Nihoul, J. C. J., and Jamart, B. M. (eds.) *Three-Dimensional Models of Marine and Estuarine Dynamics*. Amsterdam: Elsevier, pp. 245–268.
- Qu, T. (2000) Upper-Layer Circulation in the South China Sea, *Journal of Physical Oceanography*, vol. 30, no. 6, pp. 1450–1460.
- Schmidt, J. (1931) Oceanographical Expedition of the Dana, 1928–1930, *Nature*, vol. 127, pp. 444–446.
- Shaw, P. T., and Chao, S. (1994) Surface Circulation in the South China Sea, *Deep-Sea Research*, vol. 41, no. 11–12, pp. 1663–1683.
- Shirota, A., Lim, L. C., and Chow, M. (1974) Some Oceanographic Characteristics of the Southern Part of the South China Sea, *Proceedings of the Indo-Pacific Fisheries Council*, vol. 1, pp. 66–85.
- Siripong, A. (1985) Dinamika termicheskoj struktury verkhnego sloia i poverkhnostnaia tsirkulatsiia Iuzhno-Kitaiskogo moria [Dynamics of the Thermal Structure of the Upper Layer and Surface Circulation in the South China Sea], in: Izrael', Iu. A. (ed.), and Barinova, S. P. (comp.) *Kompleksnyi global'nyi monitoring Mirovogo okeana: Trudy I mezhdunarodnogo simpoziuma, SSSR, Tallin, 2–10 oktiabria 1983 g. [Integrated Global Monitoring of the Oceans: Proceedings of the 1st International Symposium. Tallinn, USSR, October 2–10, 1983]*. Leningrad: Gidrometeoizdat, pp. 150–178.
- Svodnyi otchet o rabotakh dolgosrochnoi nauchno-issledovatel'skoi i nauchno-poiskovoi sovetsko-v'etnamskoi rybokhoziaistvennoi ekspeditsii v vodakh SRV po izucheniiu biologicheskikh resursov shel'fa i prilgaiushchikh k nemu morskikh raionov (mai 1979 g. – iul' 1981 g.) [A Consolidated Report on the Work of the Soviet-Vietnamese Long-Term Research and Exploration Fishery Expedition in the Waters of the Socialist Republic of Vietnam to Study the Biological Resources of the Shelf and Adjacent Marine Areas (May 1979 – July 1981)]* (1981). Kerch: AZKERNIRO.
- The Surface Currents of the South China, Java, Celebes and Sulu Seas* (1945). London: Hydrographic Department.
- Uda, M., and Nakao, T. (1973) Water Masses and Currents in the South China Sea and Their Seasonal Change, in: *The Kuroshio III. Proceedings of the Third CSK Symposium*. Bangkok, pp. 161–188.
- Wang, J., and Chern, C. S. (1996) Some Aspects on the Circulation in the Northern South China Sea, *La mer*, vol. 34, no. 3, pp. 246–257.
- Watts, J. C. D. (1972) Current Characteristics and Trace Element Concentration in the Northern Waters of South China Sea, in: Sugawara, K. (ed.). *The Kuroshio II: Proceedings of the Second Symposium on the Results of the Cooperative Study of the Kuroshio and Adjacent Regions, Tokyo, Japan, September 28 – October 1, 1970*. Tokyo: Saikon.
- Wyrski, K. (1961) *Scientific Results of Marine Investigation of the South China Sea and Gulf of Thailand, 1959–1961*. La Jolla, CA: The University of California, Scripps Institution of Oceanography (NAGA Report, vol. 2).
- Xu, X., Qiu, Z., and Chen, H. C. (1982) The General Descriptions of the Horizontal Circulation in the South China Sea, in: *Proceedings of the 1980 Symposium on Hydrometeorology, Chinese Society of Oceanology and Limnology*. Beijing: Science Press, pp. 137–145.
- Yuan, Y., Liao, G., and Xu, X. (2007) Three Dimensional Diagnostic Modeling Study of the South China Sea Circulation before Onset of Summer Monsoon in 1998, *Journal of Oceanography*, vol. 63, no. 1, pp. 77–100.

Received: July 20, 2018.