

Океанологические наблюдения вод северо-западной части Японского моря

в весенние сезоны 2000-2017 гг.

А.А. Никитин, Б.С. Дьяков, А.В. Капштер

(ТИНРО-Центр, aleksandr.nikitin@tinro-center.ru)

ВВЕДЕНИЕ

Весенний период является переходным звеном от зимы к лету в годовом цикле термодинамического режима вод Японского моря. Термодинамические условия в море весной проявляются на спутниковых картах и океанографических разрезах дислокацией и характером океанографических структур (фронтов, течений, вихрей и т.д.). Синтез спутниковых и судовых данных позволяет в определённой мере систематизировать многомерную картину состояния и движения вод. В таком аспекте работа выполнена для зимнего периода (Никитин, Дьяков, 2016). В настоящей статье ставилась и решалась сходная задача для весеннего периода:

- исследование океанологических (термодинамических) условий северо-западной части Японского моря на основе спутниковой и судовой информации весной 2000-2017 гг.;

- типизация их по главному признаку – термическому режиму вод с целью дальнейшего её использования при объяснении причин поведения и миграций промысловых объектов в Японском море.

В работе использовались спутниковые ИК-изображения со спутников NOAA и MODIS, карты аномалий течений, построенных по альтиметрическим данным, которые размещены на сайте AVISO ([URL:http://las.avisio.oceanobs.com](http://las.avisio.oceanobs.com)) и океанографические (судовые) данные.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Проведённый анализ термодинамических условий в северо-западной части Японского моря в весенние сезоны (апрель-июнь) 2000-2017 гг. позволил исследовать океанографические структуры на спутниковых картах и океанографических разрезах и выполнить типизацию океанологических условий для весеннего периода по доминирующему признаку – термическому состоянию вод.

Так, ни один из рассмотренных годов (период апрель-май 2000-2017 гг.) ни вошёл в первый тип (холодный).

Ко второму типу (теплый) термодинамических условий северо-западной части Японского моря отнесены следующие годы: апрель-июнь 2001, 2002, 2004, 2007, 2008, 2010, 2017. В эти годы северо-западный фронт занимал северное положение. Приморское течение слабо развито, прерывисто, практически не прослеживалось или обнаруживалось узкой полосой вдоль Приморья, сильно прижималось к побережью, а на гидрологических разрезах (особенно на Сангарском) практически не фиксировалось.

К третьему типу (нормальному) термодинамических условий северо-западной части Японского моря можно отнести следующие годы: апрель-июнь 2000, 2003, 2005, 2006, 2009,

2011, 2012, 2013, 2014, 2015 и 2016. В эти годы Приморское течение прослеживалось вдоль побережья узкой полосой.

В качестве примеров мы рассмотрим термодинамическую структуру вод на спутниковых картах и океанографических разрезах (по 132 в. д. и «Сангарский») в северо-западной части Японского моря в весенний период и как они проявляются в «нормальный» и «теплый» типы лет.

Рассмотрим июнь 2004 и 2008 годы и май 2016 и 2009 годы.

Океанографические особенности северо-западной части Японского моря на спутниковых изображениях (данные ИК-изображения и альтиметрическим данным).

В июне 2004 г. Северо-Западный фронт на 132° в. д. проходил по широте 42°15' с. ш. (рис. 2 а). Субарктический фронт на участке между 130-137° в. д. занимал северное положение, четко выделялся, что свидетельствовало о границах распространения тихоокеанских вод на север. В этих границах обнаруживали себя и вихревые дорожки по 132° в. д. и 134° в. д., вплоть до 41°30'-42°00' с. ш. «Язык» теплых вод, направленный с востока к берегам Приморья, проявлялся по 43° с. ш. в виде узких меандров, ориентированных в сторону побережья и находился северней среднемноголетнего положения. Приморское течение обнаруживало себя узкой полосой вдоль побережья Приморья. Четко прослеживалась (севернее 43° с. ш.) извилистая линия фронта Приморского течения. На участке между 44°30' - 45°30' с. ш. течение прерывалось.

В июне 2008 г. Северо-Западный фронт на участке между 131°-135° в. д. достигал 42°05' с. ш., что соответствовало северному положению (рис. 2 б). Проявлялись и вихревые дорожки по 131 и 134° в. д., что характерно для развитого Восточно-Корейского течения. Особенно четко прослеживалась вихревая дорожка по 131° в. д., благодаря чему тихоокеанские воды проникали в залив Петра Великого. Приморское течение прослеживалось вдоль всего побережья Южного Приморья узкой полосой шириной 50 км. Как видно на вставки рисунка за 10 июня в водах Приморского течения могут формироваться множество (до 14 единиц) вихревых мезомасштабных образований. Анализ спутниковых ИК-изображений показал, что формирование мезомасштабных вихрей разных знаков вдоль Южного Приморья связано с сильными и продолжительными ветрами, вызывающими апвеллинг вдоль побережья и водообмен шельфовой зоны с открытым морем. Значительная часть теплых вод Цусимского течения проникала в северную часть моря, в частности, в район мыса Золотой, что явилось свидетельством высокой интенсивности Цусимского течения. «Язык» теплых вод с востока на запад явно не выражен, расположен северней среднемноголетнего положения и ориентирован примерно между 43° и 44° с.ш.

В мае 2016 г. (рис. 2 в). тихоокеанские воды проникали в южную часть залива Петра Великого и районы бухты Владимира, мысов Белкина и Золотой, где формировались очаги теплых вод. Интенсивность Цусимского течения превышала среднемноголетний уровень. Поступление трансформированных тихоокеанских вод в Татарский пролив сохранялось на уровне средне-

многoletних лет. В западной части моря между 132 и 134° в. д., теплые воды достигали 41°30'-42°00' с. ш. Субарктический фронт занимал положение, близкое к среднемноголетнему (рис. 2 в). Наиболее обостренные участки Субарктического фронта наблюдались в районе возвышенности Ямато и далее на востоке. Приморское течение четких границ не имело, но хорошо прослеживалось на некоторых участках района Южного Приморья и свала глубин залива Петра Великого.

В мае 2009 г. Северо-Западный фронт Японского моря в среднем проходил по 41°40' с. ш., а Юго-Западный - четко прослеживался в юго-западной части моря. Субарктический фронт занимал среднемноголетнее положение (рис. 2 г).

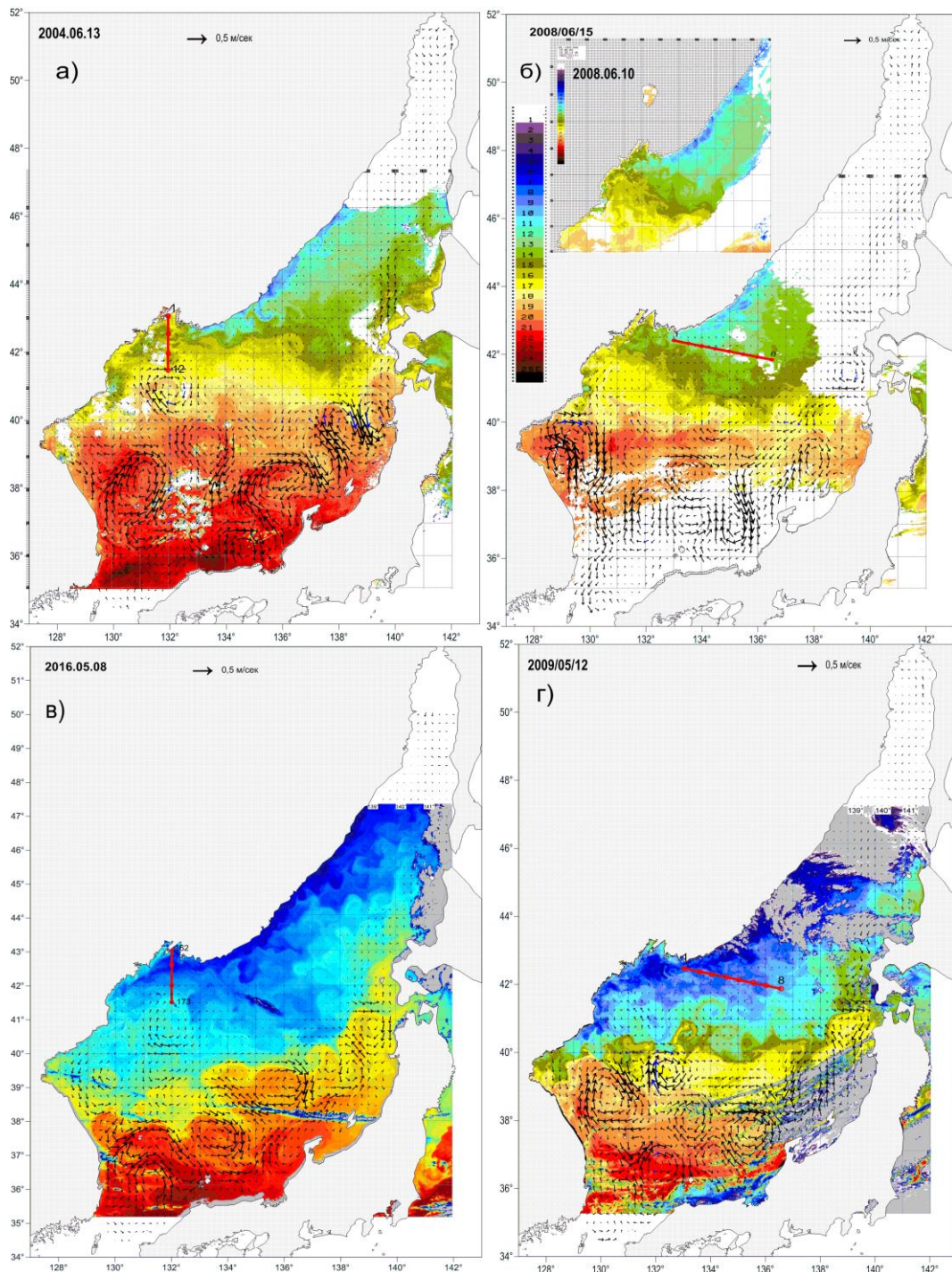


Рис. 2. Спутниковые данные (совместные данные ИК-изображений и альтиметрических данных).

В межфронтальной зоне Японского моря обнаруживали себя множество мезомасштабных вихрей, что могло указывать на повышенную динамическую активность, особенно со стороны вод приморской структуры

Среди этих вихрей прослеживались вихревые дорожки по 131 и 134° в. д. Наиболее четко выделялась дорожка по 134° в. д. до широты 42° с. Отчетливо выделялось Восточно-Корейское течение, воды которого простирались с юга на северо-восток, образуя синоптический вихрь с координатами своего центра 38°30' с. ш., 130°20' в. д. Воды Приморского течения четких границ не имели, стрежень течения проходил в отдаление от побережья. Это течение прослеживалось в заливе Петра Великого и южнее вдоль материка до 40°30' с. ш.

Океанографические особенности северо-западной части Японского моря на гидрологическом разрезе (Сангарский)

В июне 2004 году на гидрологическом разрезе по 132° в. д. фронт Приморского течения не прослеживался (рис. 3). В результате радиационного прогрева к югу от полуострова Муравьёва-Амурского сформировался слой повышенных градиентов температуры и солёности (термоклин и галоклин), которые располагались в слое 10-50 м. Между станциями №№ 7-8 происходило разделение термоклина на нижний (температура +2 - +5 °С) в слое 40-50 м, и верхний, который выходил на поверхность (температура +6 - +13 °С). Ниже термоклина на горизонтах 20-50 м в районе станций № 9 и №12 обнаруживалось присутствие очагов тихоокеанских вод высокой солёности (34.10 ‰). На статистической диаграмме TS-кривые станций №№1-8 и 10-11 показали две разновидности северной япономорской водной массы. T,S-кривые станций № 9 и № 12 отличались наличием верхнего прогретого и сильно распреснённого слоя, а на подповерхностных горизонтах – ядром с повышенной солёностью (характерным признаком тихоокеанской водной массы). Наибольшие расчетные скорости течений южных составляющих (более 11 см/с) наблюдались в районе свала глубин залива Петра Великого в области Приморского течения. Термический тип режима вод северо-западной части Японского моря в июне 2004 г. оценен как “теплый”.

В мае 2008 г. (рис. 3) структура вод Приморского течения на гидрологическом разрезе наиболее хорошо проявлялась по солёности. T,S-кривые для станций №№ 1-3 разреза “Сангарский” показали существование северной япономорской водной массы, а T,S-кривые станций №№ 4-8 – тихоокеанской. Отличительным признаком этой водной массы явилось присутствие в подповерхностном слое 50-100 м ядер высокой солёности (34.10 ‰). Наибольшие расчетные скорости течений южных составляющих наблюдались в западной части разреза в области Приморского течения. Тип термического режима вод северо-западной части Японского моря в июне 2008 г. – “норма”.

В мае 2016 г. (рис. 3) на стандартном разрезе “Сангарский” Приморское течение выделялось в западной части разреза по солёности. Наиболее низкая солёность (менее 33,30 ‰) наблюдалась в верхнем 20-метровом слое. Слой повышенных градиентов температуры воды

(термоклин) обнаруживался между горизонтами 20-50 м. В восточной оконечности разреза прослеживалась окраина мезомасштабного антициклонического вихря. TS-кривые океанографических станций показали три разновидности северной япономорской водной массы. Вертикальная структура вод в мелководном районе показана T,S-кривой станции № 162.

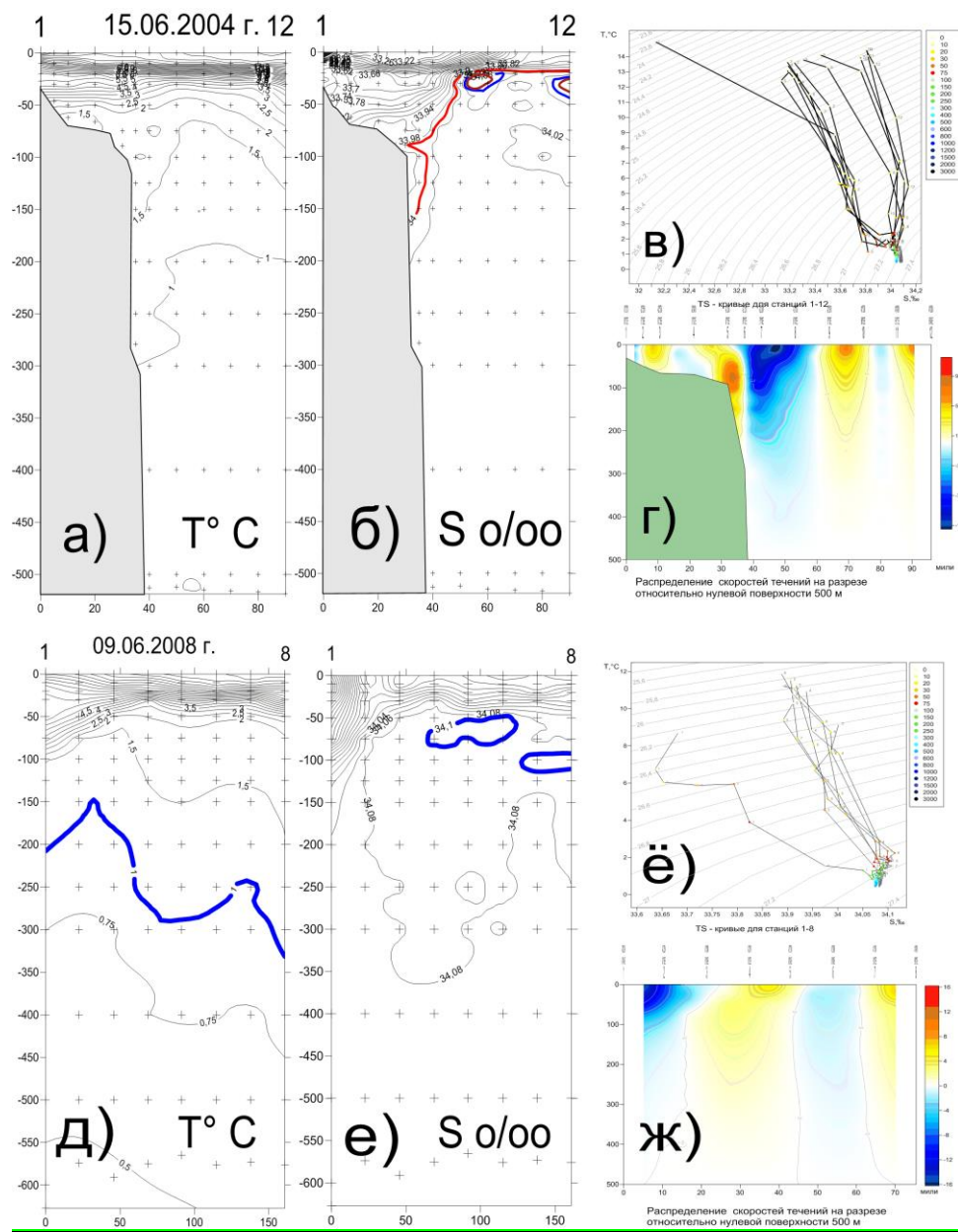


Рис. 3 Океанографические условия по данным гидрологического разреза (Сангарский) в июне 2004 и 2008 годах

Наибольшие расчетные скорости течений южных составляющих (более 11,0 см/с) наблюдались в западной части разреза, в области Приморского течения. Положение Субарктического фронта в северо-западной части моря в мае 2016 г. в целом соответствовало типу термического режима «норма».

В мае 2009 г. (рис. 3) на стандартном разрезе «Сангарский» наблюдался слой повышенных вертикальных градиентов температуры (термоклин) в верхнем 50 м слое, образовавшийся в результате радиационного прогрева. В западной части стандартного разреза воды Приморского течения отмечались по солености и до глубины 150 м. В восточной части разреза в подповерх-

ностном слое 50-300 м просматривалось ядро повышенной солености (более 34,09 ‰), вероятно связанное с затокком тихоокеанских вод. На статистической диаграмме T,S-кривые станций №№ 1-4 показали наличие двух разновидностей одной северной япономорской водной массы, а T,S-кривые станций №№ 5-8 – тихоокеанской водной массы. Тип термического режима вод Японского моря в мае 2009 г. тождественен среднемноголетнему положению Полярного фронта – “норма”.

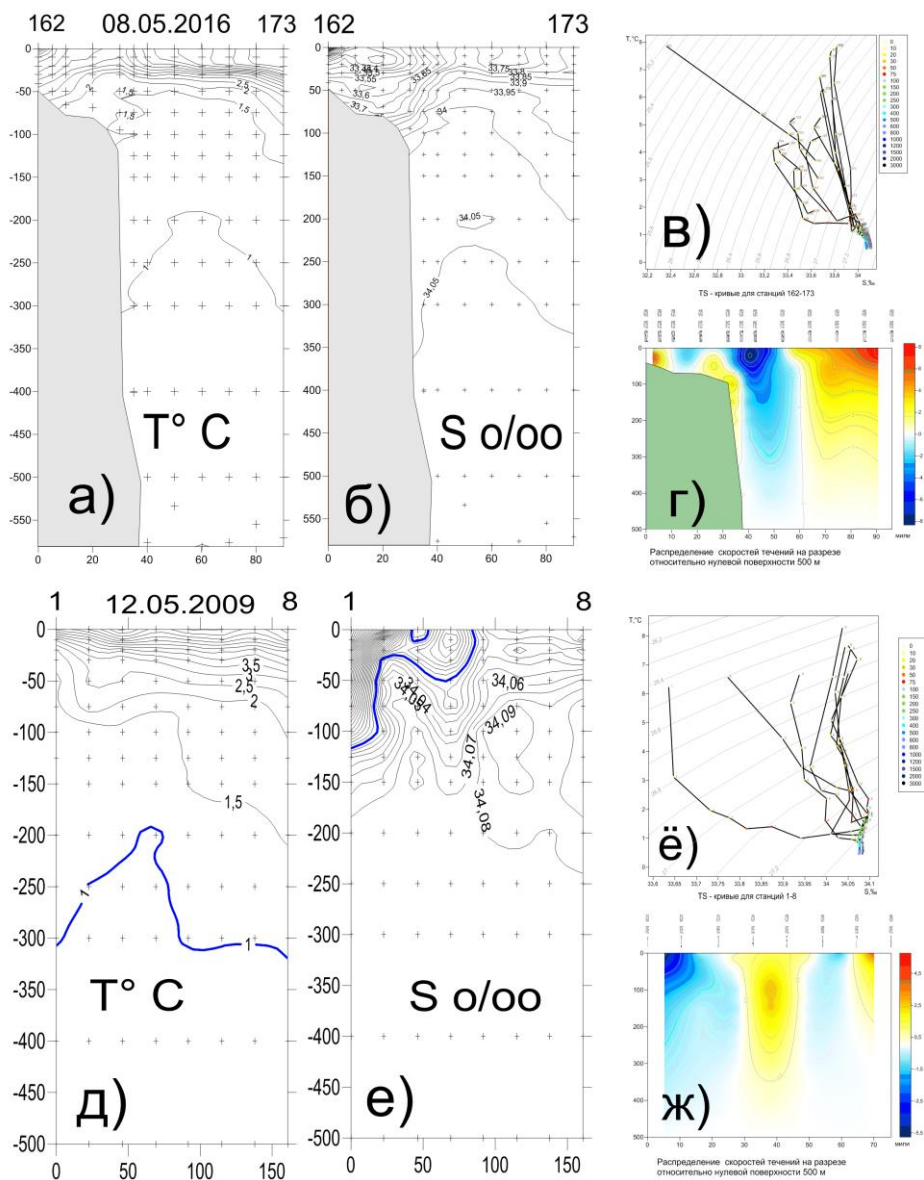


Рис. 4 Океанографические условия по данным гидрологического разреза (Сангарский) в мае 2009 и 2016 г.г.

ЛИТЕРАТУРА

Никитин А.А., Дьяков Б. С. Океанологические исследования северо-западной части Японского моря по спутниковой информации и по данным стандартного океанографического разреза в зимние сезоны 2000–2015 гг. Труды ВНИРО, 2016. Т. 164. С. 86-99.