

УДК 639.2.053.1:597.553.2

ДИНАМИКА ВОД ЮГО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ БЕРИНГОВА МОРЯ И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МОЛОДИ ГОРБУШИ (*ONCORHYNCHUS GORBUSCHA*) СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ КАМЧАТКИ

О. Б. Тепнин



По данным учетных траловых съемок, выполненных КамчатНИРО в 1998, 2000, 2002 и 2005 гг., произведено построение карт распределения молоди горбуши (*Oncorhynchus gorbuscha*) в юго-западной части Берингова моря. На основе сопутствующих гидрологических наблюдений, динамическим методом рассчитаны и построены карты топографии поверхности, скорости и направления геострофического переноса. Параллельно проведен анализ альтиметрических данных, осредненных на соответствующем съемкам временном интервале. Сравнение спутниковых и расчетных (подспутниковых) карт приповерхностных течений выявило их значительное различие. Анализ совмещенных карт скорости и направления течений с распределением скоплений молоди горбуши позволил утверждать, что распространение молоди горбуши в сентябре на акватории юго-западной части Берингова моря хорошо согласуется с преобладающим (при осреднении, равном периоду съемки) направлением приповерхностного переноса. При этом наиболее плотные скопления молоди горбуши отмечались в зонах схождения (конвергенции) потоков, очевидно в местах стагнации основных пищевых объектов.

O. B. Tepnin. Water dynamics in the south-west part of the Bering Sea and its effects in the distribution of juvenile pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*) of the north-east coast of Kamchatka // Research of water biological resources of Kamchatka and of the northwest part of Pacific Ocean: Selected Papers. Vol. 11. Petropavlovsk-Kamchatski: KamchatNIRO. 2008. P. 5–11.

Maps of juvenile pink salmon *Oncorhynchus gorbuscha* distribution in the south-west part of the Bering Sea have made on the data from the trawl surveys carried by KamchatNIRO in 1998, 2000, 2002 and 2005. The maps of the surface topography, speed and direction of geostrophic transfer have rated by the dynamical method and made on the base of the supplemental hydrological observations carried out. Altimetry data averaged on the time interval of the surveys have analyzed synchronously. Significant difference has revealed from comparison made between the satellite and rated (subsatellite) maps of the subsurface currents. Analysis of the current speed-direction combined maps and the maps of the distribution of juvenile pink salmon aggregations allows to claim that the distribution of juvenile pink salmon in the area of the south-west part of the Bering Sea in September is well agree with the dominant direction (if it were averaged for the survey period) of the subsurface transfer. Over that the maximum dense aggregations of juvenile pink salmon were observed in the zones of the convergence of the currents, most likely in the sites of stagnation of the principle objects of foraging.

Динамика вод Берингова моря изучается уже достаточно длительное время (более 60 лет), и к настоящему времени получены основные представления среднемноголетнего, сезонного и месячного переноса вод разной степени детализации (рис. 1) и локализации, для разных горизонтов. Морским периодом жизни молоди горбуши северо-восточного побережья Камчатки занимаются несколько меньше (Карпенко, 1998), но вопрос о направлении миграционных потоков и влиянии на него течений рассматривался неоднократно. На протяжении довольно длительного этапа исследования считалось, что основное направление миграции молоди из Берингова моря происходило с водами Камчатского течения на юг через Камчатский пролив, вдоль Камчатки и Курильских островов, частью вплоть до южных островов гряды, и лишь затем — в открытые воды океана (Takagi и др., 1981). Подобная схема была повторена и в более позднем обзоре Е.О. Херда (Herd, 1991). Предпринимались попытки увязать локализацию молоди с интенсификацией или ос-

лаблением Камчатского течения (Ерохин, 2002). Однако по данным траловых съемок, выполнявшихся ТИНРО и КамчатНИРО, большая часть сеголетков восточно-камчатской горбуши из Карагинского и Олюторского заливов мигрирует в юго-восточном направлении (Шунтов, 1989, 1994, 2001). Их скопления смещаются широким фронтом от свала через Командорскую Котловину к проливу Ближний и другим алеутским проливам, через которые выходят в океан. Таким образом, большинство исследователей приходили к выводу о неоднозначности взаимосвязи течений и миграционных путей молоди лососей.

При исследовании молоди лососей в юго-западной части Берингова моря с применением траловых съемок, течения в приповерхностном слое в большинстве случаев рассчитывались стандартным динамическим методом. Данный метод настолько же широко применяем, насколько и критикуем. Интенсивность Камчатского течения определяется тем же методом по данным одноименного

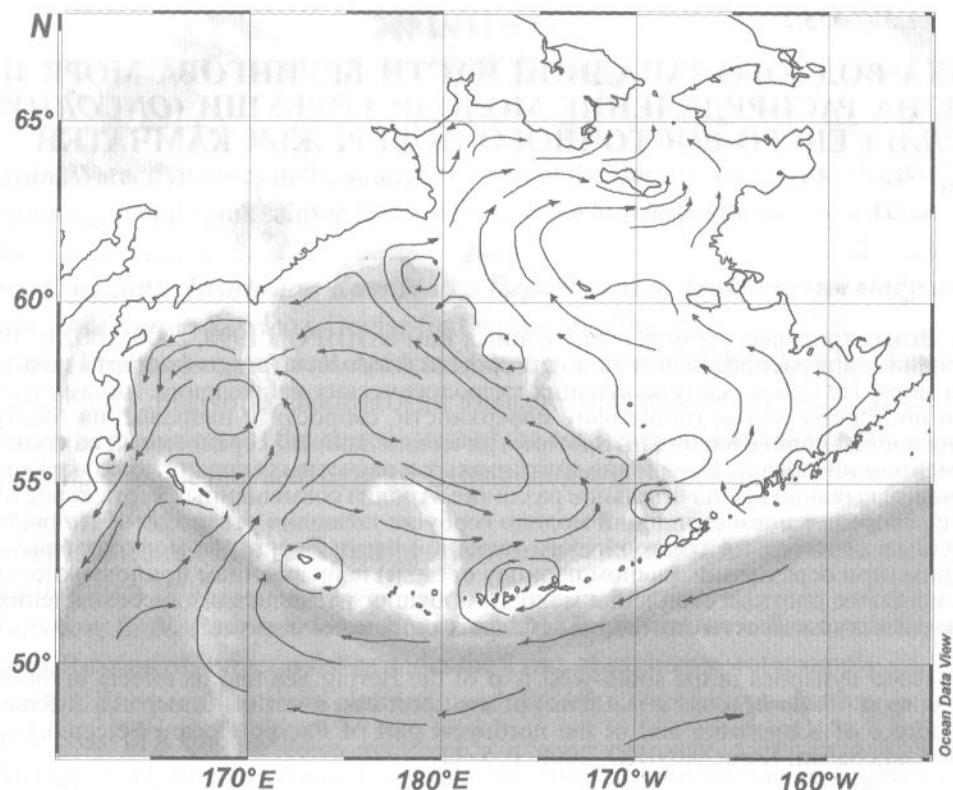


Рис. 1. Генеральная схема приповерхностных течений в Беринговом море

«стандартного» разреза, выполняемого нерегулярно и в разные сроки. В некоторых работах и вовсе оперируют генерализованными схемами течения.

В последнее время, в связи с бурным развитием методов дистанционного мониторинга, появилась возможность оценить скорость и направление течения в приповерхностном слое даже для таких удаленных и труднодоступных акваторий, какой является Берингово море. Данные альтиметрических наблюдений представляют достаточно точные сведения о состоянии уровенной поверхности моря и имеют почти двадцатилетнюю историю. В связи с этим возникает интересная возможность оценить достоверность расчетных полей геострофического переноса с синхронизированными по времени спутниковыми данными по скорости и направлению переноса в поверхностном слое юго-западной части Берингова моря и попытаться сопоставить распространение молоди лососей (горбуши), полученное по данным учетных траловых съемок, с картами направления и скорости течения соответствующего временного осреднения.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Район исследований представлен на рис. 2. Там же указано местоположение стандартной сетки стан-

ций при проведении учетной траловой съемки в сентябре–октябре. Как видно из приведенного рисунка, большинство станций расположено на регулярной сетке с интервалом $0,5^{\circ}$ по широте, 1° по долготе. Однако в отдельные годы площадь охвата съемки была меньшей, вследствие различных технических и финансовых причин. Также значительно изменялось и положение отдельных станций. Например, в 2000 и 2002 гг. выполнялось по две съемки в сентябре и октябре, причем станции первой располагались ближе к побережью, а второй — мористее (рис. 2), при этом часть станций дублировалась.

Материалами для выполнения представленной работы послужили:

— данные по температуре, солености и давлению, полученные в юго-западной части Берингова моря в период проведения учетных траловых съемок в сентябре ряда лет (1998–2006 гг.). Съемки выполнялись силами КамчатНИРО (лаборатория морских исследований лососей), и все гидрологические материалы хранятся в лаборатории промысловой океанографии и гидрологии пресных вод. В табл. 1 представлены список рейсов и описание объема гидрологических данных, собранных во всех рейсах;

— данные по альтиметрии поверхности на исследуемой акватории с 1993 по 2007 гг., а также

Таблица 1. Объем исходного гидрологического материала

№ п/п	Судно	Дата	Кол-во тралений	Кол-во гидр. ст.
1	СТ «Саяногорск»	25.09–05.10.1998	35	6 (поломка зонда)
2	СТ «Саяногорск»	01.09–15.09.2000	42	41
3	СТ «Саяногорск»	24.09–08.10.2000	43	—
4	СТР «Корякский»	31.08–27.09.2002	53	50
5	СТР «Корякский»	29.09–18.10.2002	53	50
6	CPTM-K «Панкара»	28.09–24.10.2005	26	51

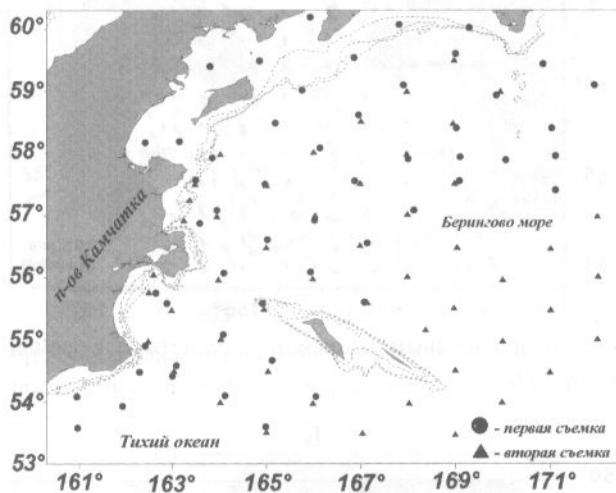


Рис. 2. Расположение гидрологических станций в период проведения двух траловых учетных съемок в 2002 г. (СТР «Корякский»)

по скорости и направлению течений с 1998 по 2007 гг. Материалы свободно доступны в сети Интернет на сайте Aviso (Archivage, Validation et Interpretation des donnees des Satellites Océanographiques, <http://www.aviso.oceanobs.com/>, Тулуза, Франция);

— архивные данные по пространственному распределению молоди лососей на исследуемой акватории в период выполнения учетных траловых съемок КамчатНИРО.

По данным наблюдений *in situ* выполнен расчет скорости и направления геострофических течений для юго-западной части Берингова моря в период проведения траловых съемок с целью учета молоди лососей северо-восточного побережья Камчатки и Корякии в период с 1998 по 2005 гг.

Для сравнимости результатов, альтиметрические наблюдения отбирали и усредняли за период выполнения съемки.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Мы произвели расчет скорости и направления геострофического переноса для поверхности относительного уровня 200 дуб для тех съемок, в период выполнения которых было произведено достаточное количе-

ство измерений. Таковыми оказались: первая съемка 2000 г., обе съемки 2002 г. и часть съемки 2005 г.

При сравнении карт, построенных по натурным данным о поле плотности, со «спутниковыми», становится очевидным их значительное несовпадение (рис. 3–5). Как по направленности, так и по скорости течения они сильно различаются. Так, для первой съемки 2002 г., по спутниковым данным, было характерно наличие ярко выраженного Камчатского течения и системы разнонаправленных вихрей над глубоководной котловиной. Натурные наблюдения за полем плотности показали наличие слабого переноса с юга на север в юго-западной части района и такой же слабый перенос обратного знака на северо-западе. Для остальных съемок сравнение со спутниковыми наблюдениями привело к подобному результату.

Следовательно, можно сделать основной вывод о том, что расчет геострофических течений динамическим методом при проведении конкретных учетных траловых съемок может использоваться с большой осторожностью. Причины такого положения, очевидно, кроются в значительной продолжительности съемок, большой площасти при относительно малом количестве станций, недостаточной глубине зондирования, что затрудняет выбор адекватного «нулевого» горизонта и недостатки самого расчетного метода.

Учитывая вышеперечисленные причины, мы в дальнейшей работе оперировали именно спутниковыми данными.

Было проведено прямое сравнение распределения молоди лососей (на примере горбуши, как наиболее массового вида) и альтиметрических данных по направлению и скорости течения для конкретного временного интервала, соответствующего срокам выполнения учетной съемки.

Как известно, при откочевке молоди лососей от побережья в начале осени, она интенсивно питается (Андреевская, 1968, 1975, 1998; Бирман, 1985; Карпенко, 1998; Карпенко и др., 2002; Максименков, Смородин, 2004; Коваль, 2007). Основной компонент в питании молоди лососей (гиперииды, ко-

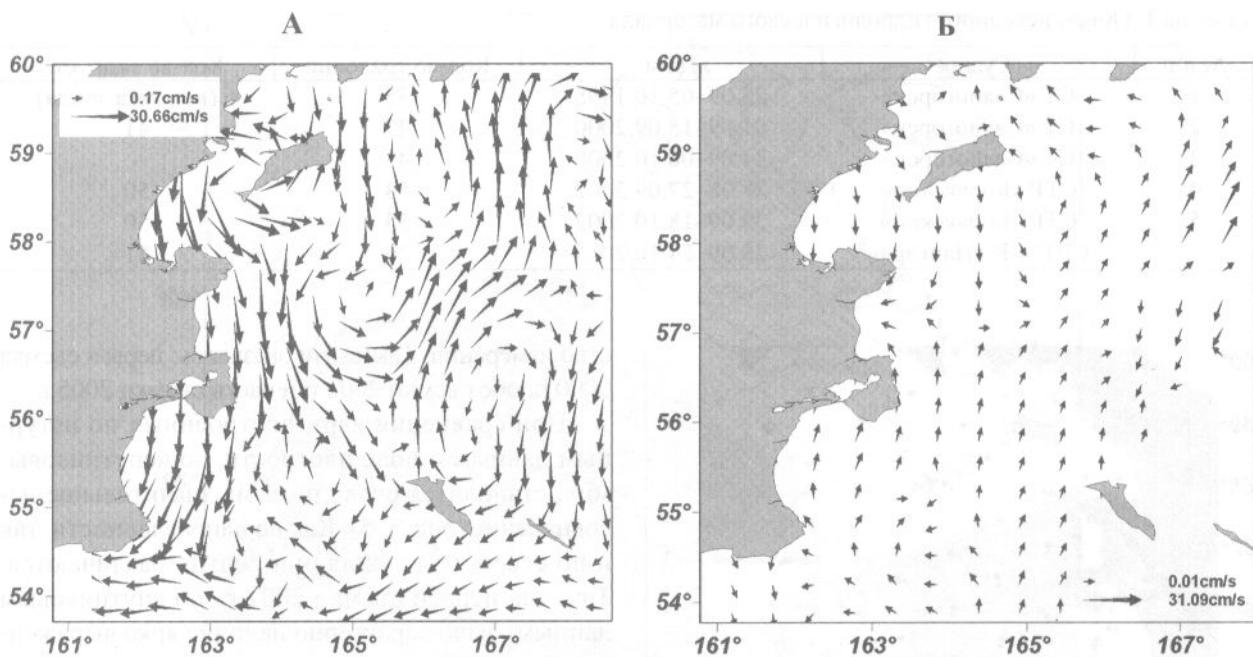


Рис. 3. Направление и скорость течения на поверхности: А — по спутниковым данным, Б — расчетные, в период проведения первой учетной траловой съемки молоди лосося в 2002 г.

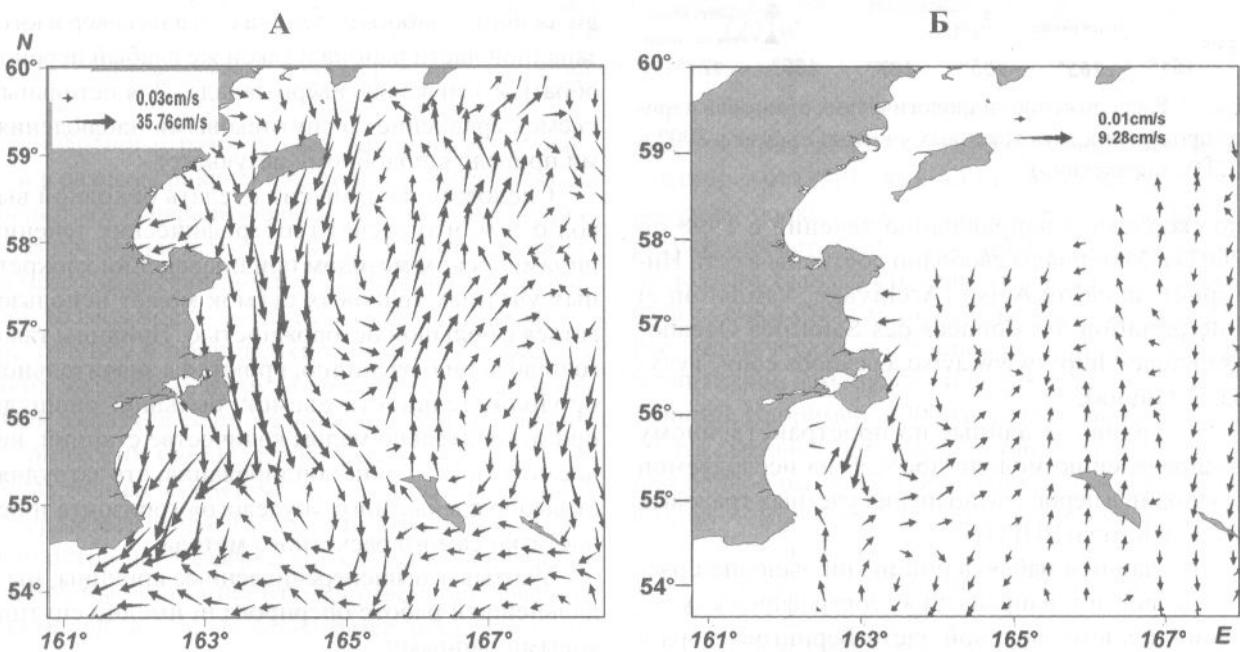


Рис. 4. Направление и скорость течения на поверхности: А — по спутниковым данным, Б — расчетные, по данным *in situ*, в период проведения второй учетной траловой съемки молоди лосося в 2002 г.

пеподы, эвфаузииды), хоть и подвижен, но в пространстве (по горизонтали) перемещается, в основном, с течениями.

На рисунках 6–9 представлены карты распределения молоди горбуши в сопоставлении со схемами динамической топографии для всех лет проведения учетных траловых съемок.

При рассмотрении представленных карт-схем можно выделить основные особенности распрос-

транения молоди горбуши, с точки зрения динамики вод района.

Во-первых, наиболее массовые скопления сеголетков горбуши располагались в «седловинах» — между несколькими участками с повышенным и пониженным уровнем. Если рассмотреть данные распределения с учетом скорости и направления течения (рис. 7Б и 8Б), можно заметить, что именно эти районы являлись зонами конвергенции (схождение) потоков.

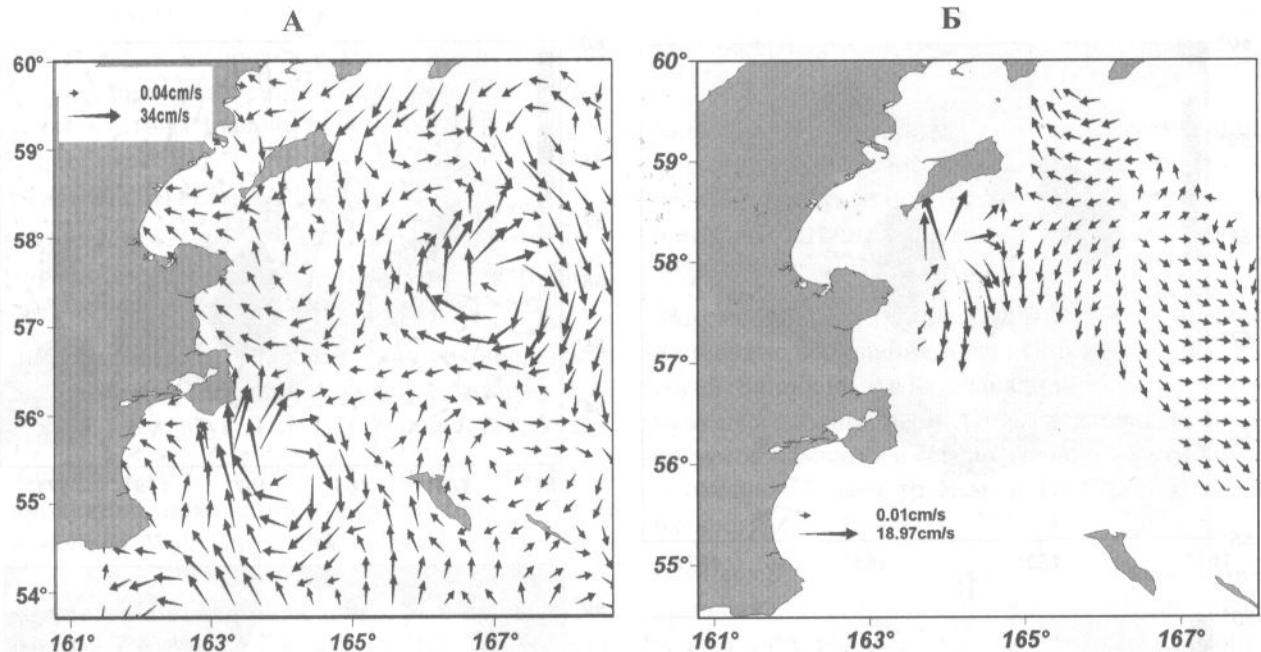


Рис. 5. Направление и скорость течения на поверхности: А — по спутниковым данным, Б — расчетные, в период проведения учетной траловой съемки молоди лосося в 2005 г.

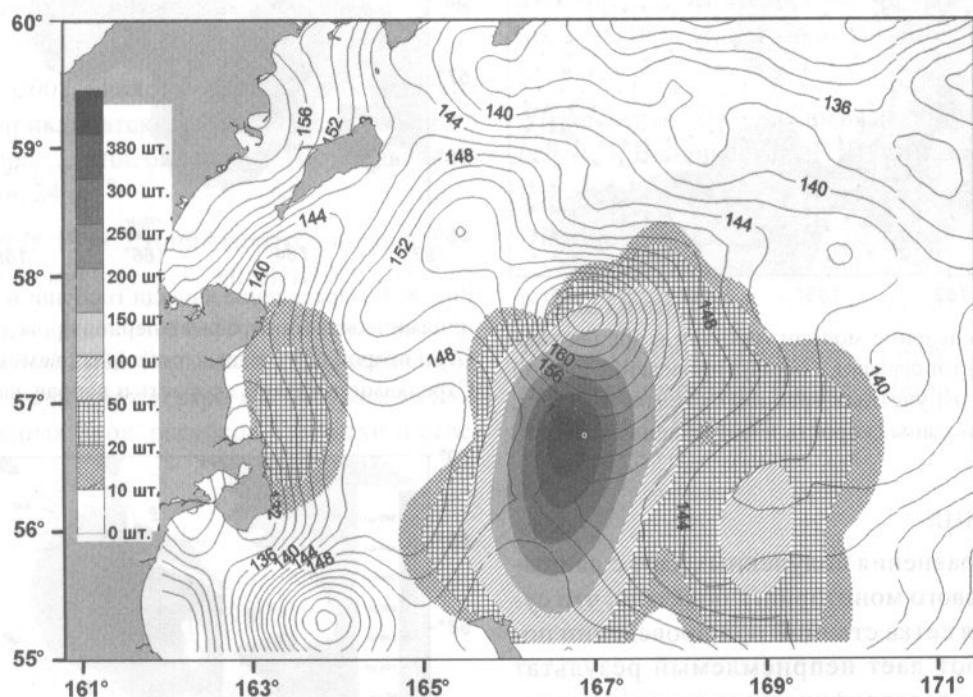
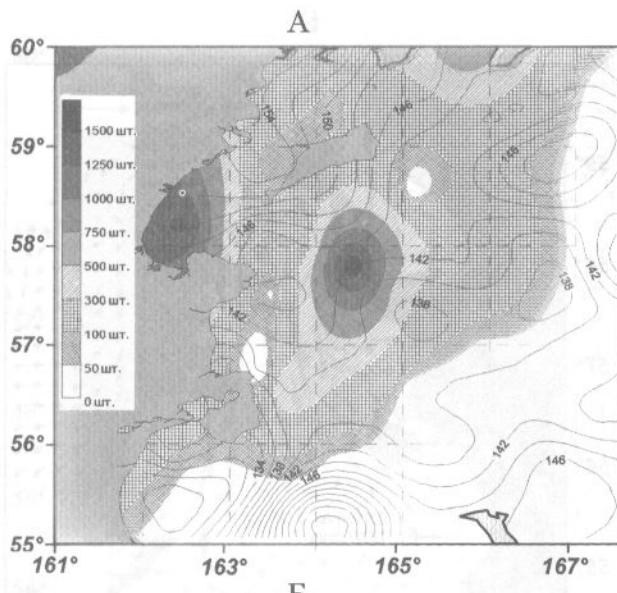


Рис. 6. Распределение молоди горбуши в период проведения учетной траловой съемки в 1998 г. и абсолютная динамическая топография, осредненная для того же периода

Во-вторых, для более поздних — повторных съемок, выполненных в 2000 и 2002 гг., наглядно просматривается совпадение направления основных течений и пространственного распределения молоди горбуши. Вероятно, что основные пути миграции на этом этапе достаточно точно совпадают с квазипостоянными течениями, а наиболее

плотные скопления молоди образуются в местах наибольшей концентрации планктона. Тем не менее, из-за малого ряда наблюдений это предположение носит вероятностный характер и требует дополнительной проверки.



Б

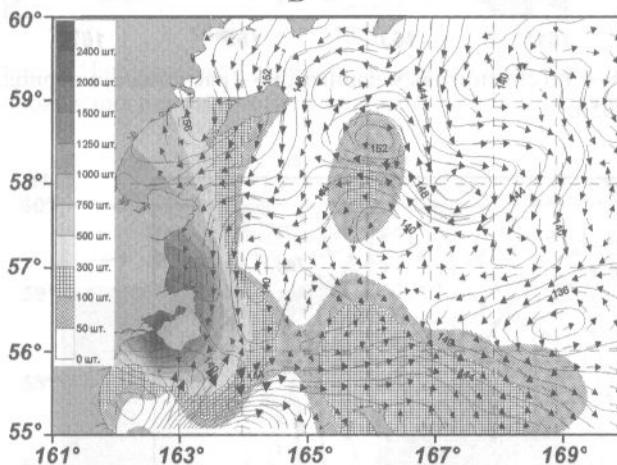
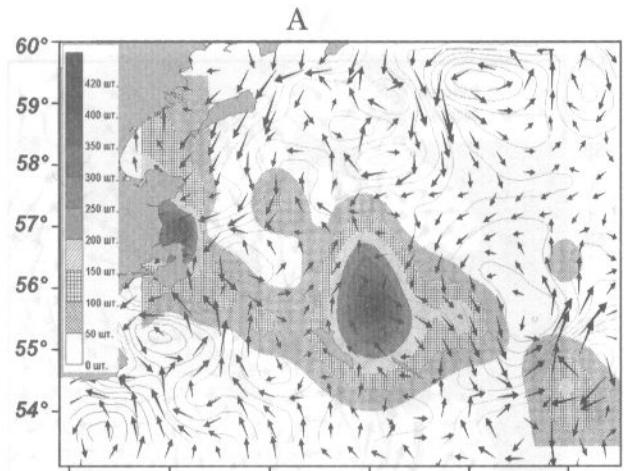


Рис. 7. Распределение молоди горбуши и абсолютная динамическая топография в период проведения первой (А) и второй (Б) учетных траловых съемок в 2000 г. Стрелками показаны скорость и направление течений

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе сравнения полученных карт с данными спутникового мониторинга показано, что существующая сетка станций при проведении подобных работ дает неприемлемый результат при расчетах геострофического переноса стандартным динамическим методом.

Сравнение карт распределения молоди горбуши со схемами направления и скорости течения дали основание предположить, что на этом этапе лосось мигрирует по направлению преобладающего потока и образует наиболее плотные скопления в местах конвергенции поверхностных течений — местах стагнации основных пищевых организмов.



Б

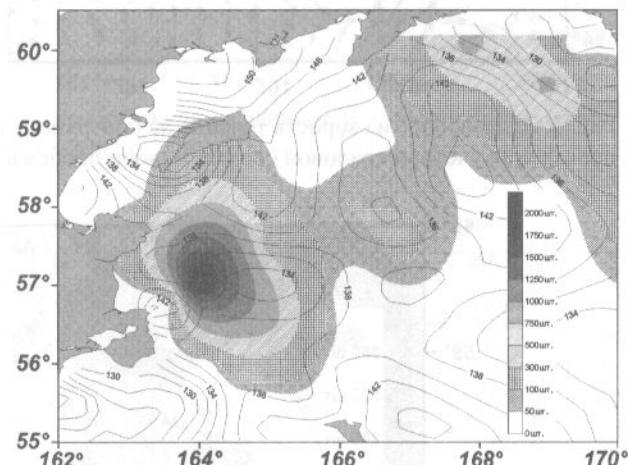


Рис. 8. Распределение молоди горбуши и абсолютная динамическая топография в период проведения первой (А) и второй (Б) учетных траловых съемок в 2002 г. Стрелками показаны скорость и направление течений

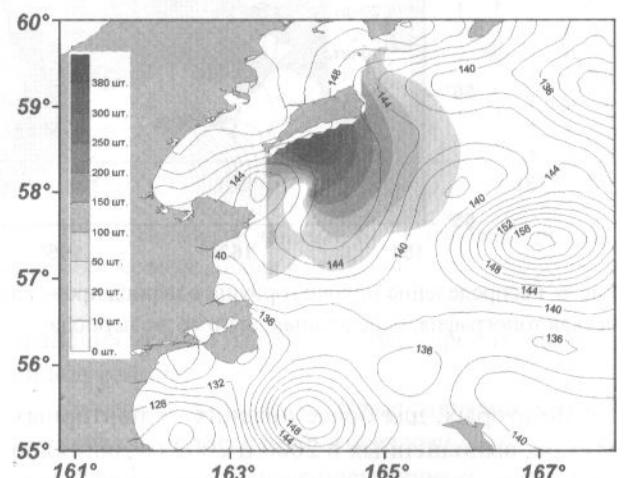


Рис. 9. Распределение молоди горбуши в период проведения учетной траловой съемки в 2005 г. и абсолютная динамическая топография

БЛАГОДАРНОСТИ

Автор выражает признательность к.б.н. М.В. Ковалю за предоставление данных по молоди лососей из учетных траловых съемок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Андреевская Л.Д. 1968. Питание молоди тихоокеанских лососей в море // Изв. Тихоокеан. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. Т. 64. С. 73–80.

Андреевская Л.Д. 1975. Питание тихоокеанских лососей в морской период жизни // Автореф. дис. ... канд. биол. наук. ТИНРО. Владивосток, 28 с.

Андреевская Л.Д. 1998. Условия формирования продукции поколений горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* (Walbaum) (Salmonidae) в юго-западной части Берингова моря // Исслед. биол. и динамики численности промысловых рыб камчатского шельфа. Сб. науч. тр. Камчат. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. Вып. 4. С. 94–97.

Бирман И.Б. 1985. Морской период жизни и вопр. динамики стад тихоокеанских лососей. М.: Агропромиздат, 208 с.

Ерохин В.Г. 2002. Биология молоди тихоокеанских лососей в прикамчатских водах Охотского моря // Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Петропавловск-Камчатский, 24 с.

Карпенко В.И. 1998. Ранний морской период жизни тихоокеанских лососей. М.: ВНИРО, 165 с.

Карпенко В.И., Максименков В.В., Пискунова Л.В., Шершнева В.И. 2002. Роль молоди лососей в прибрежных экосистемах северо-востока Камчатки // Исслед. водных биол. ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. Т. 1. Владивосток, 152 с.

ро-западной части Тихого океана. Сб. науч. тр. Камчат. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. Вып. 6. С. 135–148.

Коваль М.В., Ерохин В.Г., Тепнин О.Б. Условия формирования кормовой базы, питание и биологические показатели молоди тихоокеанских лососей в водах Восточной Камчатки в осенний период 1998–2005 гг. // В печати.

Максименков В.В., Смородин В.П. 2004. Питание и пищевые отношения молоди тихоокеанских лососей (Salmonidae) в юго-западной части Берингова моря в осенний период // Исслед. водных биол. ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. Сб. науч. тр. Камчат. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. Вып. 7. С. 233–237.

Шунтов В.П. 1989. Распределение молоди тихоокеанских лососей рода *Oncorhynchus* в Беринговом море и сопредельных водах Тихого океана // Вопр. ихтиологии. Т. 29. Вып. 6. С. 883–891.

Шунтов В.П. 1994. Новые данные об анадромных миграциях азиатской горбуши // Изв. Тихоокеан. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. Т. 116. С. 3–41.

Шунтов В.П. 2001. Биология дальневосточных морей. Т. 1. Владивосток. ТИНРО-центр, 580 с.

Takagi K., K.V. Aro, A.C. Hartt, M.B. Dell. 1981. Distribution and origin of pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*) in offshore waters of the North Pacific Ocean // Bul. INPAFC. № 40, 195 p.

Herd E.O. 1991. Life history of pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*). Pacific Salmon Life Histories. Vancouver. P. 119–230.