

УДК 597.553.2:574.52

ВЛИЯНИЕ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МОЛОДИ ТИХООКЕАНСКИХ ЛОСОСЕЙ В ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ОХОТСКОГО МОРЯ В РАННИЙ МОРСКОЙ ПЕРИОД ЖИЗНИ

В. В. Коломейцев



*М. н. с., Камчатский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии
683000 Петропавловск-Камчатский, Набережная, 18
Тел., факс: (415-2) 41-27-01; (415-2) 41-01-23
E-mail: brovasty@mail.ru*

ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ, ПРИУСТЬЕВЫЕ РАЙОНЫ, МОЛОДЬ ТИХООКЕАНСКИХ ЛОСОСЕЙ

Охарактеризованы гидрологические условия у западного побережья Камчатки в ранний морской (прибрежный) период жизни тихоокеанских лососей в 2006–2007 гг. Проведен анализ распределения скатившейся молоди лососей в прибрежье Западной Камчатки. Установлено, что температура поверхностного слоя в восточной части Охотского моря в июне–августе 2006 и 2007 гг. была выше нормы. Между горизонтальным распределением гидрологических параметров и уловом молоди лососей определенной связи обнаружено не было. В большей степени очевидна зависимость скоплений молоди от срока проведения учетных съемок и расположения устьев рек. В конце июня – начале июля скатившаяся молодь была сосредоточена на приустьевых участках рек, а к концу июля она откочевывала в мористую часть обследованной акватории.

THE EFFECTS OF THE HYDROLOGICAL CONDITIONS IN THE DISTRIBUTION OF JUVENILE PACIFIC SALMON IN THE EASTERN OKHOTSK SEA IN EARLY MARINE PERIOD OF LIFE

V. V. Kolomeytssev

*Junior scientist, Kamchatka Research Institute of Fisheries and Oceanography
683000 Petropavlovsk-Kamchatsky, Naberejnaya, 18
Tel., fax: (415-2) 41-27-01; (415-2) 41-01-23
E-mail: brovasty@mail.ru*

HYDROLOGICAL CONDITIONS, OUTLET ADJACENT AREA, JUVENILE PACIFIC SALMON

The hydrological conditions near the west coast of Kamchatka have been characterized for early marine period (coastal) of Pacific Salmon in 2006–2007. The distribution of the juvenile salmon migrants in the coastal area of West Kamchatka has been analyzed. It has found that the surface water temperature in the Eastern Okhotsk Sea in June–August in 2006 and 2007 exceeded normal temperature. There was no certain correlation revealed between the horizontal distribution of the hydrological parameters and the catches of juvenile salmon, whereas the correlation between the juvenile salmon aggregations and the time of survey and position of river outlets was more certain. In late June and early July the migrants were aggregated in the outlet adjacent area, and by late July they left for the area more seaward.

Ранний морской (прибрежный) нагул относится к критическим этапам жизни лососей. По некоторым оценкам, смертность в этот период жизни лососей может достигать 90% и более (Карпенко, 1998; Бирман, 2004). Результаты предшествующих исследований, проводившихся специалистами КамчатНИРО в 2004–2007 гг., указывают на важность наличия и степени конкурентных межвидовых пищевых отношений при откочевке в открытые воды. Авторы работ отмечают, что на биологические показатели молоди лососей на раннем морском этапе жизни влияние оказывают и гидрометеорологические условия. Такое влияние может осуществляться как напрямую (степень развития зоны высоких градиентов температуры и солености в прибре-

жье определяет период адаптации молоди лососей к морским условиям), так и косвенно (обеспеченность молоди пищей, ее распределение на прибрежной акватории) (Карпенко, 1998; Бугаев и др., 2002; Коновалов, 1980). Таким образом, для адекватной оценки численности и естественной смертности молоди лососей в ранний морской период жизни в комплексе научных учетных работ необходимо изучение гидрометеорологических условий в прибрежной зоне.

Для исследования раннего морского (прибрежного) периода жизни лососей с 2004 по 2007 гг. в июне–августе у западного побережья Камчатки регулярно проводились учетные съемки. Ввиду этого работы имели комплексный характер и планировались при непосредственном участии лабо-

раторий: морских исследований лососей, промысла, динамики численности и совершенствования прогнозов лососей, промысловой океанографии и гидрологии пресных вод КамчатНИРО.

Цель настоящей работы — определение особенностей гидрологических условий в восточной части Охотского моря в ранний морской период жизни тихоокеанских лососей в 2006–2007 гг.

Помимо характеристики гидрологических условий у камчатского побережья Охотского моря в летний период 2006–2007 гг., данная работа представляет собой попытку определения их влияния на распределение молоди лососей.

Исходя из поставленной цели, были сформулированы следующие задачи:

— охарактеризовать гидрологические условия у западного побережья Камчатки в ранний морской (прибрежный) период жизни тихоокеанских лососей в 2006–2007 гг.;

— выявить связи между гидрологическими характеристиками и количественными показателями уловов молоди лососей.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Основой гидрологического и биологического материала послужили данные тралений и гидрологических станций, выполненных в рамках научно-исследовательских работ по учету молоди лососей на НИС МРТК-316 у западного побережья Камчатки в 2006–2007 гг. Информация о сроках и объеме собранного материала представлена в таблице 1, а схемы расположения станций — на рис. 1.

Для сбора гидрологических данных использовали STD-профилограф SBE 19 plus фирмы Sea-Bird Electronics, Inc. (США). Полученные первичные гидрологические данные считывали и обрабатывали по стандартной (рекомендуемой фирмой-производителем) схеме с использованием специализированного программного обеспечения SeaTerm Win-32 и SBEDataProcessing Win-32. Дальнейшая обработка, визуализация и анализ

гидрологической информации производились с помощью программ MS Excel (Microsoft, Inc.), Surfer 8 и Grafer 3 (Golden Software, Inc.).

Геострофические потоки рассчитывали с помощью программы Ocean Data View 3.0 (<http://www.awi-bremerhaven.de/GEO/ODV>), в которой использован стандартный динамический метод, основанный на вычислении разницы динамических высот между парами станций. Для учета разности глубин на различных станциях в программе заложена стандартная методика приведения глубин (основана на методе наименьших квадратов). За «нулевой» горизонт выбрали изобарическую поверхность 50 дбар.

Для характеристики распределения молоди лососей были рассчитаны их уловы на контрольное траление (в экзemplярах на 15 минут траления) (Декштейн и др., 2006; Коваль и др., 2007). Карты распределения строили в Surfer 8.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Гидрологические условия в восточной части Охотского моря в ранний морской (прибрежный) период жизни лососей рек Западной Камчатки характеризуются интенсивным прогревом вод поверхностного слоя, максимум которого, как правило, приходится на август. В то же время западнокамчатский шельф — это район со сложной динамикой вод. Летом здесь взаимодействуют относительно теплые распресненные прибрежные воды и холодные трансформированные тихоокеанские воды, которые поступают в исследуемый нами район с юга с Западно-Камчатским течением (ЗКТ).

Гидрометеорологические условия в период учетных съемок в 2006 и 2007 гг. подробно описаны в рейсовых отчетах О.Б. Тепниным. Ввиду того, что одна из задач данной работы — попытаться связать гидрологические характеристики и количественные показатели уловов молоди лососей, мы рассмотрим поверхностный пятиметровый слой, в котором, собственно, и проводили облов молоди лососей.

Таблица 1. Объем траловых и гидрологических работ, выполненных на НИС МРТК-316 в прибрежных водах Западной Камчатки в 2006–2007 гг.

Вид работ	Сроки работ		
	29.06–04.07.2006	27.07–03.08.2006	24.06–02.07.2007*
Количество тралений	40	54	64
Кол-во гидрологических станций	40	54	67
Улов молоди тихоокеанских лососей, экз. на 15 мин траления	810	2199	1465

* — с учетом суточной станции, выполненной 01–02.07

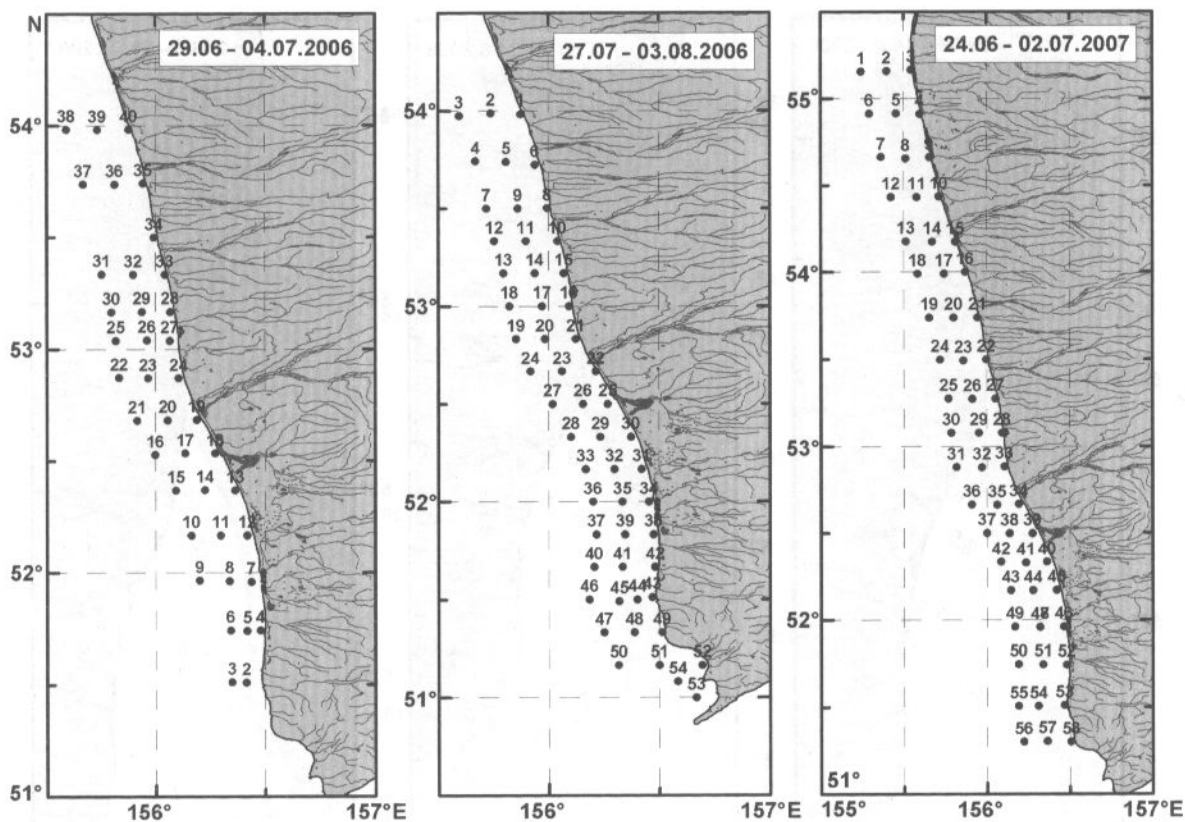


Рис. 1. Схема расположения контрольных тралений и сопутствующих им гидрологических станций, выполненных на НИС МРТК-316 у Западной Камчатки в 2006–2007 гг.

По данным съемки, проводившейся в конце июня – начале июля 2006 г., поле температуры поверхностного слоя у Западной Камчатки характеризовалось наибольшими значениями (8–9°C) на приустьевых участках побережья и наименьшими (6–7°C) — в мористой части обследованной акватории (рис. 2). Обратная картина наблюдалась в тот же период 2007 года, когда вследствие более интенсивного прогрева поверхности моря речной сток оказывал охлаждающее влияние. В результате исследований выявлено, что значения температуры 5-метрового слоя в приустьевых районах находились на одном уровне как в конце июня 2006 и 2007 гг., так и в конце июля 2007 г.

В период второй съемки в 2006 г., вследствие продолжавшегося радиационного прогрева поверхности моря, хорошо проявлялась граница раздела между холодными прибрежными (охлажденными речным стоком) и теплыми морскими водами, выраженная на рис. 2 в виде зоны повышенных градиентов температуры.

В распределении солёности так же хорошо прослеживались два типа вод — распресненные прибрежные и солёные морские (рис. 3). В кон-

це июня 2006 г. наименьшие значения солёности в поверхностном 5-метровом слое (25–27 епс) наблюдались на двух участках акватории — в районе устьев реки Большая (52°30′–53° с. ш.) и системы рек Опала, Хетик, Гольгина (51°4′–52° с. ш.). В конце июля того же года наибольшее распреснение (до 29–30 епс) происходило в районе стока р. Большая, при этом воды распространялись в южном направлении до 51°30′ с. ш., понижая здесь солёность до 30–31 епс. В конце июня 2007 г. наблюдалась более сложная картина распределения солёности. Помимо распресненных вод, в приустьевых участках (реки Опала – Гольгина, Большая, Большая Воровская) отмечались линзы воды с пониженной солёностью, распространявшиеся вдоль берега на север.

Одна из особенностей термохалинных полей в прибрежье Западной Камчатки заключается в их довольно сложной структуре. Наряду с приливным перемешиванием, большое влияние на распределение температуры и солёности оказывает динамика вод. Гидродинамическая обстановка у Западной Камчатки в тёплый период года обычно характеризуется слабым переносом северного направления, который начина-

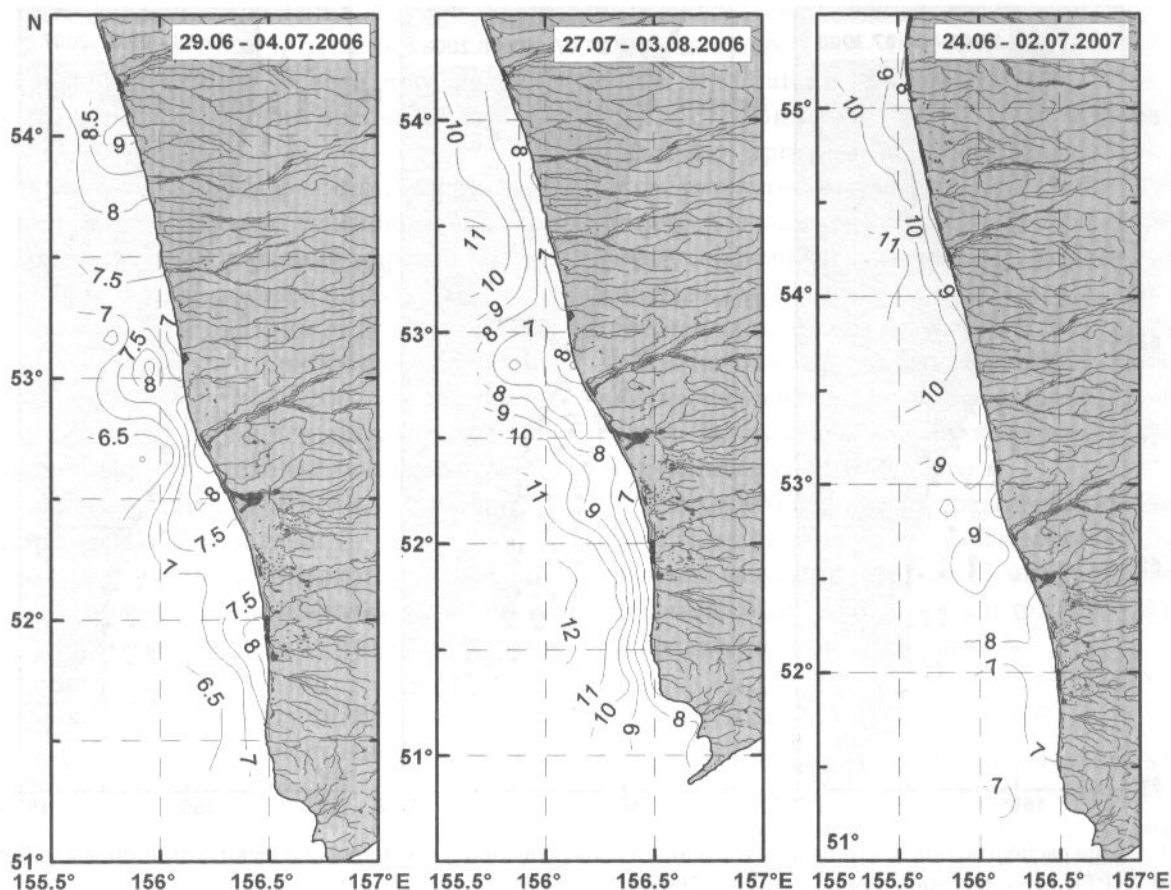


Рис. 2. Распределение температуры поверхностного 5-метрового слоя в прибрежье Западной Камчатки, по данным учетных съемок

ется с поступлением на юге холодных соленых вод с шельфовой ветвью Западно-Камчатского течения. В прибрежной зоне эти воды взаимодействуют с распресненными речным стоком водами, образуя зону повышенных термохалинных градиентов. Зачастую, при взаимодействии шельфовой ветви ЗКТ и речного стока, формируются вихри разной направленности, которые перемещаются вместе с потоком, а при образовании цепочки таких вихрей на их периферии может проявляться поток обратного направления.

На рис. 4 представлен геострофический перенос в период съемок на НИС МРТК-316 в 2006 и 2007 гг. В конце июня 2006 г. на всей обследованной акватории у Западной Камчатки наблюдался перенос вод северного направления. В период второй съемки в 2006 г. северный перенос сохранился лишь вдоль берега, севернее $52^{\circ}30'$ с. ш. Западнее и на юге района преобладал геострофический поток южного направления. При взаимодействии разнонаправленных течений на севере отмечались два циклонических вихря. На юге района, как было показано выше, с южным переносом распрост-

ранялись воды, распресненные стоком реки Большая. В конце июня 2007 г. практически вдоль всего побережья прослеживался геострофический поток северного, а в мористой части акватории — обратного направления. На границе между ними также было отмечено несколько вихревых образований.

Распределение уловов молоди тихоокеанских лососей у западного побережья Камчатки характеризовалось значительной изменчивостью в разные месяцы и годы (рис. 5). Так, в конце июня 2006 г. наибольшее скопление молоди (481 экз. на 15 мин. траления) оказалось в приустьевом районе р. Опала. Второе по величине скопление (136 экз. на 15 мин. траления) было отмечено в мористой части акватории в районе $52^{\circ}50'$ с. ш. На остальной акватории уловы были менее значимы и варьировали в пределах 0–59 экз. на 15 мин. траления. В тот же период 2007 г. практически во всех тралениях молодь лососей отсутствовала. Единственное скопление было зарегистрировано в районе стока р. Большая, максимальные уловы здесь достигали 596 экз. на 15 мин. траления.

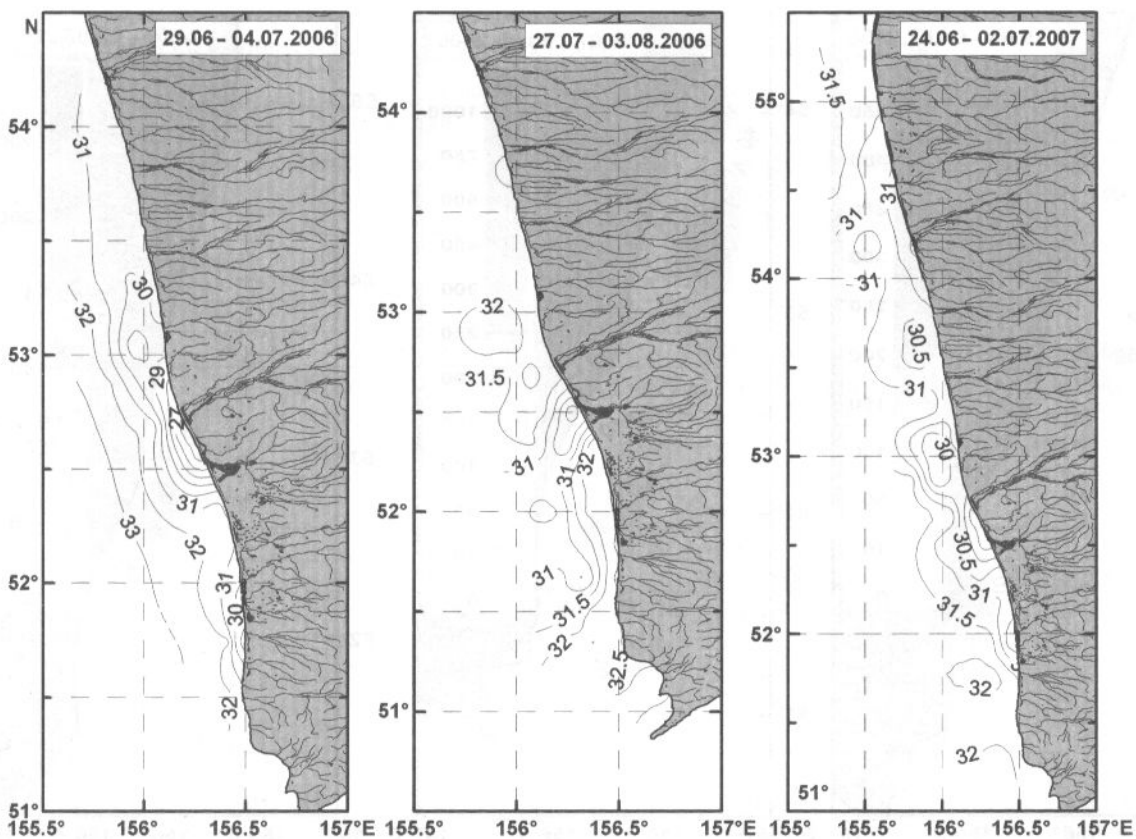


Рис. 3. Распределение солёности поверхностного 5-метрового слоя в прибрежье Западной Камчатки, по данным учетных съемок

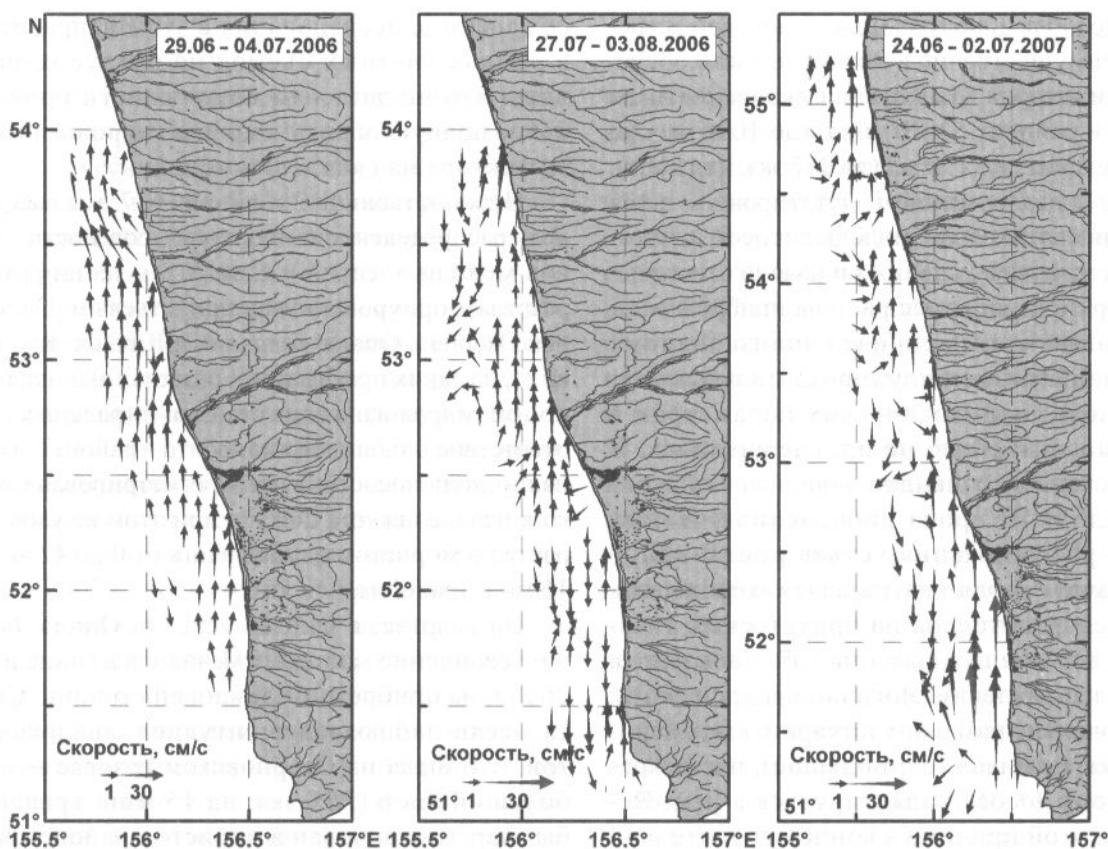


Рис. 4. Геоострофический перенос на поверхности (относительно 50 дбар) в прибрежье Западной Камчатки, по данным учетных съемок

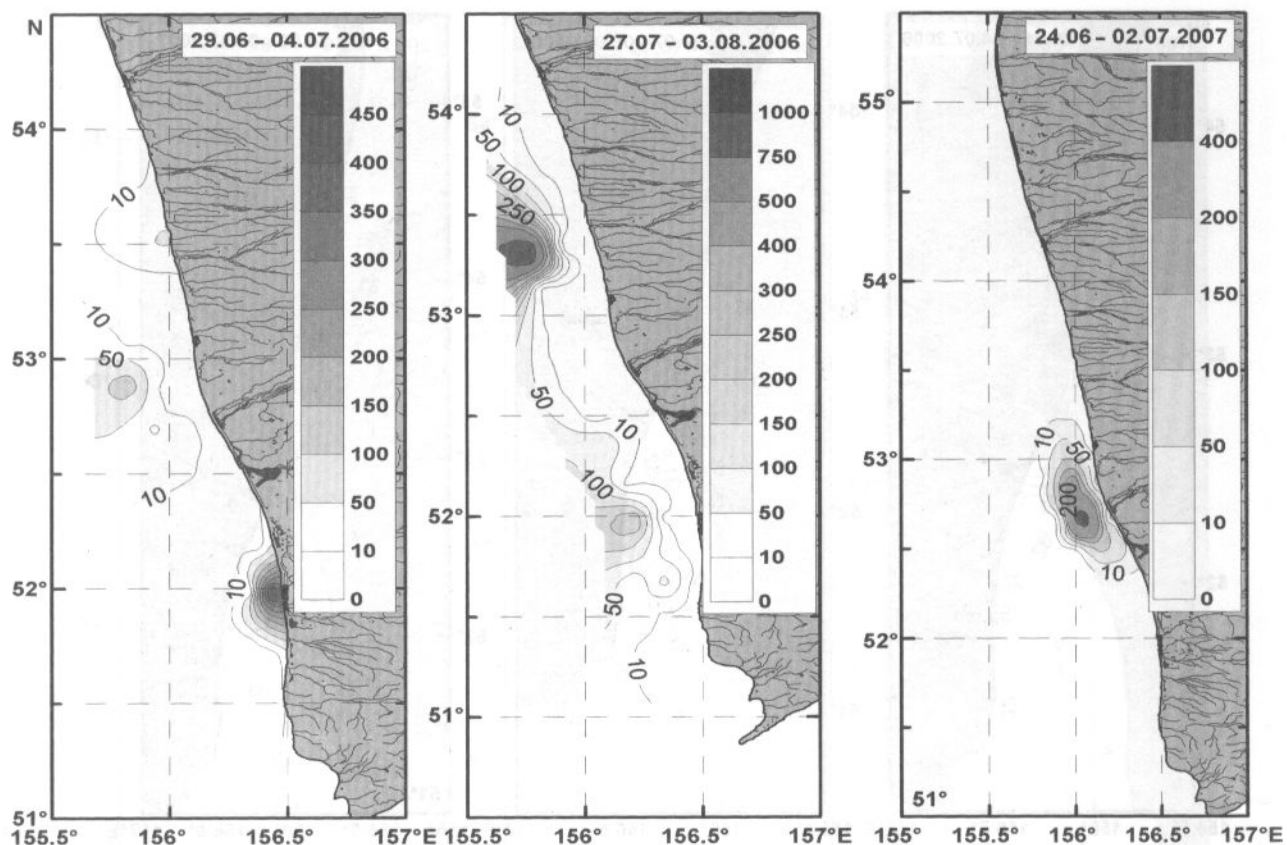


Рис. 5. Распределение уловов молоди тихоокеанских лососей (в экз. на 15 мин. траления) у Западной Камчатки в 2006 и 2007 гг.

В конце июля 2006 года молодь лососей встречалась преимущественно в мористой части обследованной акватории. Наибольшие скопления были отмечены в районах $53^{\circ}20'$ с. ш. (до 1096 экз. на 15 мин. траления) и 52° с. ш. (до 267 экз. на 15 мин. траления). В целом можно констатировать, что в конце июля скатившаяся молодь лососей адаптировалась к морским условиям и начала откочевывать от берега в мористые районы побережья.

Как видно из вышеприведенного анализа, определенной связи между горизонтальным распределением гидрологических параметров и улова молоди лососей не прослеживалось. В большей степени очевидна зависимость скоплений молоди от срока проведения учетных съемок и расположения устьев рек. В конце июня – начале июля скатившаяся молодь, как правило, сосредоточена на приустьевых участках рек, а в конце июля она откочевывает в мористом направлении. Логично предположить, что при довольно развитом эстуарии, как, например, у реки Большая (оз. Большое), часть времени молодь лососей адаптируется в нем. Вероятно, по этой причине в конце относительно холодного июня 2006 г. в приэстуарном районе р. Большая оказались нулевые уловы молоди. К

сожалению, исследования в этом направлении в рамках учетных съемок не предусматривались, что не дает нам возможности провести более полную оценку влияния гидрологического фактора на скопления молоди.

Ниже, в таблице 2 и на рис. 6–7, мы рассмотрели распределение температуры, солёности и уловов молоди лососей в слое 0–5 м на широтных разрезах, приуроченных к приустьевым участкам рек Озерная, Опала, Большая и Кихчик. Как правило, на таких прибрежных разрезах выполнялось по три гидрологических станции и траления. В соответствии с таблицей видно, что в районе р. Озерная молодь лососей была зарегистрирована только в начале августа 2007 г., при этом ее улов возрастал в мористом направлении от 0 до 42 экз. на 15 мин. траления.

На разрезе, в районе устья р. Опала, большое скопление молоди отмечалось в конце июня 2006 г. на прибрежной траловой станции. Спустя месяц наблюдалась ситуация, аналогичная той, что была на Озерновском разрезе — наибольший улов (267 экз. на 15 мин. траления) был зарегистрирован в мористом районе траления. Отметим, что в этот период на обоих разрезах прослеживались рост температуры и по-

Таблица 2. Характеристика средних температуры и солености в слое 0–5 м и уловов молоди лососей на широтных разрезах, приуроченных к приустьевым участкам рек Озерная, Опала, Большая и Кихчик

Река Озерная (≈ 51°30' с. ш.)									
Сроки работ	29–30.06.2006			02.08.2006			30.06.2007		
Долгота	156°25	156°21	156°28	156°24	156°19	156°11	156°28	156°19	156°11'
Температура _{0–5 м} , °С	7,19	6,65	6,50	8,17	10,41	11,89	7,00	6,81	6,93
Соленость _{0–5 м} , епс	32,22	32,26	32,39	32,30	31,88	31,09	31,51	31,49	31,50
Улов молоди лососей, экз. на 15 мин. траления	0	0	0	2	5	42	0	0	0
Река Опала (≈ 52° с. ш.)									
Сроки работ	30.06.2006			31.07.2006			29.06.2007		
Долгота	156°26	156°20	156°12	156°27	156°20	156°12	156°28	156°19	156°10'
Температура _{0–5 м} , °С	8,23	7,89	6,98	6,05	9,18	11,27	7,95	7,28	6,18
Соленость _{0–5 м} , епс	30,15	31,61	32,21	32,43	32,02	30,44	29,81	31,72	31,75
Улов молоди лососей, экз. на 15 мин. траления	481	0	0	2	1	267	0	0	0
Река Большая (≈ 52°30' с. ш.)									
Сроки работ	01.07.2006			30.07.2006			28.06.2007		
Долгота	156°16	156°08	156°00	156°16	156°09	156°01	156°17	156°08	156°00'
Температура _{0–5 м} , °С	7,84	8,09	6,75	8,01	6,63	10,02	8,76	8,57	9,20
Соленость _{0–5 м} , епс	25,27	29,38	31,85	29,55	31,49	31,80	29,22	30,57	30,67
Улов молоди лососей, экз. на 15 мин. траления	5	8	34	0	–	0	68	113	0
Река Кихчик (≈ 53°25' – 53°30' с. ш.)									
Сроки работ	03.07.2006			27–28.07.2006			26–27.06.2007		
Долгота	156°00	–	–	156°00	155°52	155°43	156°00	155°52	155°43'
Температура _{0–5 м} , °С	7,84	–	–	7,26	9,64	11,07	9,73	9,37	10,16
Соленость _{0–5 м} , епс	30,18	–	–	31,66	31,79	31,77	30,77	30,45	30,54
Улов молоди лососей, экз. на 15 мин. траления	59	–	–	3	47	253	2	3	1

нижение солености поверхностного слоя в направлении от берега. Согласно распределению гидрологических характеристик, как было описано выше, в мористой части акватории происходил снос распресненных вод из приустьевого района реки Большая. Вероятно, эти воды являлись наиболее благоприятной средой для откочевавшей от берега молоди лососей. В конце июня 2007 года на широтном разрезе у р. Опала уловы молоди оказались нулевыми.

На Большерецком разрезе в начале июля 2006 г. было зарегистрировано незначительное скопление молоди лососей — уловы изменялись от 5 до 34 экз. на 15 мин. траления. В тот же период 2007 г. их значения на прибрежных траловых станциях превышали в несколько раз и соответствовали 68–113 экз. на 15 мин. траления. Данное обстоятельство может быть обусловлено более теплыми условиями в 2007 году, когда значения температуры в поверхностном слое были выше на 0,5–1,0°С. В конце июля 2006 г. на разрезе в приэстуарном районе р. Большая в уловах молодь лососей не встречалась, что может объясняться ее миграцией

вместе с перемещением вод из этого района в южном направлении.

На широтном разрезе у устья р. Кихчик в начале июля 2006 г. была выполнена одна станция, по результатам которой взвешенный улов составил 59 экз. на 15 мин. траления. В конце июня 2007 г. здесь наблюдались гораздо меньшие скопления — в уловах были зарегистрированы единичные экземпляры молоди лососей. В конце июля 2006 года, вследствие начавшейся откочевки от берега, наибольшие уловы (до 253 экз. на 15 мин. траления) оказались в мористой части разреза.

В соответствии с рис. 6 видно, что на широтных приустьевых разрезах в первое время после ската (конец июня) большая часть молоди лососей (87%) придерживалась вод, характеризовавшихся температурой 8–9°С и соленостью 30–31 епс. В конце июля – начале августа 90% молоди встречалось при температуре 11–12°С и 99% — при солености 30–32 епс (43% — 30–31 епс, 56% — 31–32 епс) (рис. 7).

В начале июля 2007 года, после выполнения площадной съемки, была выполнена суточная

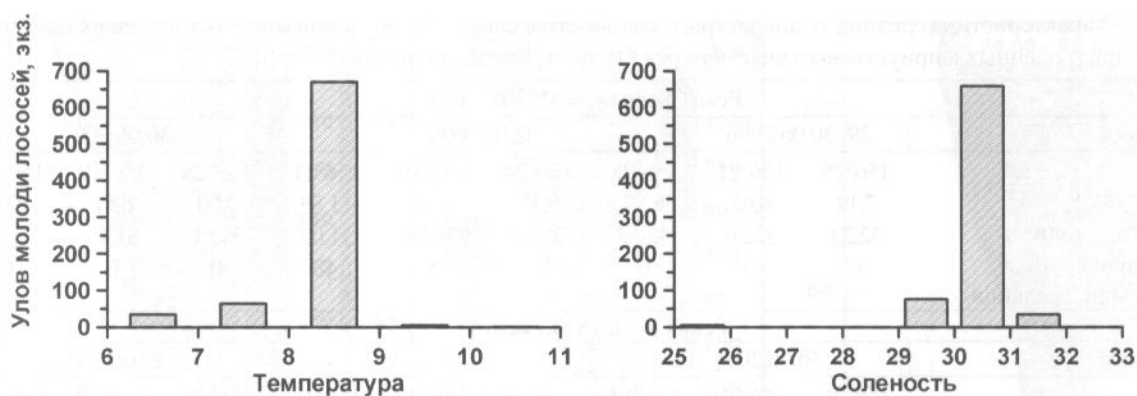


Рис. 6. Распределение уловов молоди лососей в зависимости от температуры и солености в слое 0–5 м на широтных разрезах, приуроченных к приустьевым участкам рек, в конце июня – начале июля 2006 и 2007 гг.

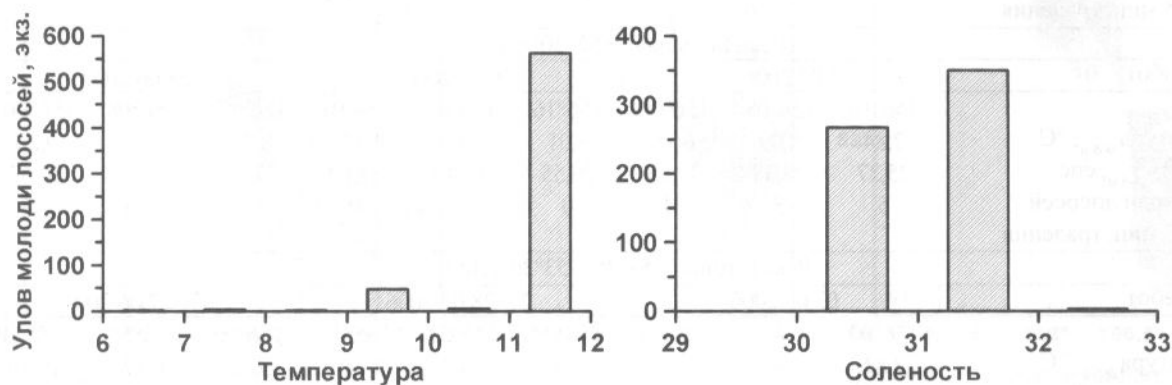


Рис. 7. Распределение уловов молоди лососей в зависимости от температуры и солености в слое 0–5 м на широтных разрезах, приуроченных к приустьевым участкам рек, в конце июля – начале августа 2006 г.

контрольная станция с тем же комплексом работ. На рис. 8 представлено расположение траловых и гидрологических операций на станции. Целью этих исследований была оценка динамики скопления молоди тихоокеанских лососей, обнаруженного в период съемки в приэстуарном районе р. Большая. При первых двух тралениях в точках, где до этого были отмечены максимальные уловы, молодь лососей отсутствовала, и работы сместились в северном направлении (в соответствии с динамикой вод). Скопление было обнаружено севернее 53° с. ш. Здесь гидрологические и траловые станции имели достаточно большую кучность, и их данные мы взяли за основу для характеристики внутрисуточной изменчивости температуры, солености и уловов молоди тихоокеанских лососей (рис. 8). В соответствии с рис. 9, в дневное время суток с ростом температуры в слое 0–5 м прослеживалось резкое увеличение количества пойманной молоди, а в ночное время, напротив, эти показатели соответствовали наименьшим значениям. При этом ход температуры был обуслов-

лен как изменением поступления тепла из атмосферы, так и приливо-отливным явлением, в то время как ход улова молоди лососей в большей степени соответствовал суточному ходу поступающей к поверхности солнечной радиации. Та-

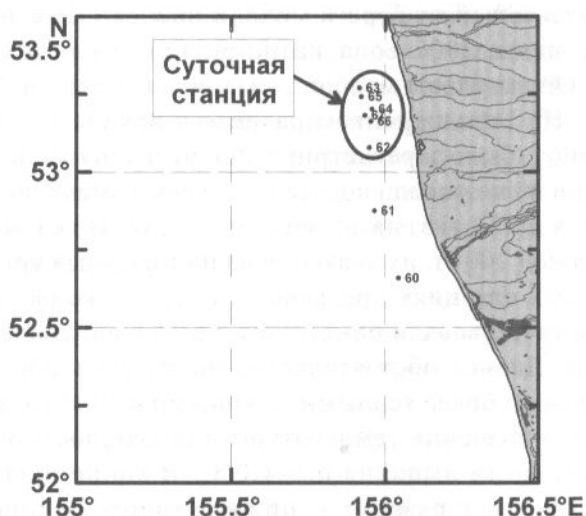


Рис. 8. Расположение контрольной суточной станции, выполненной 01–02.07.2007 на НИС МРТК-316

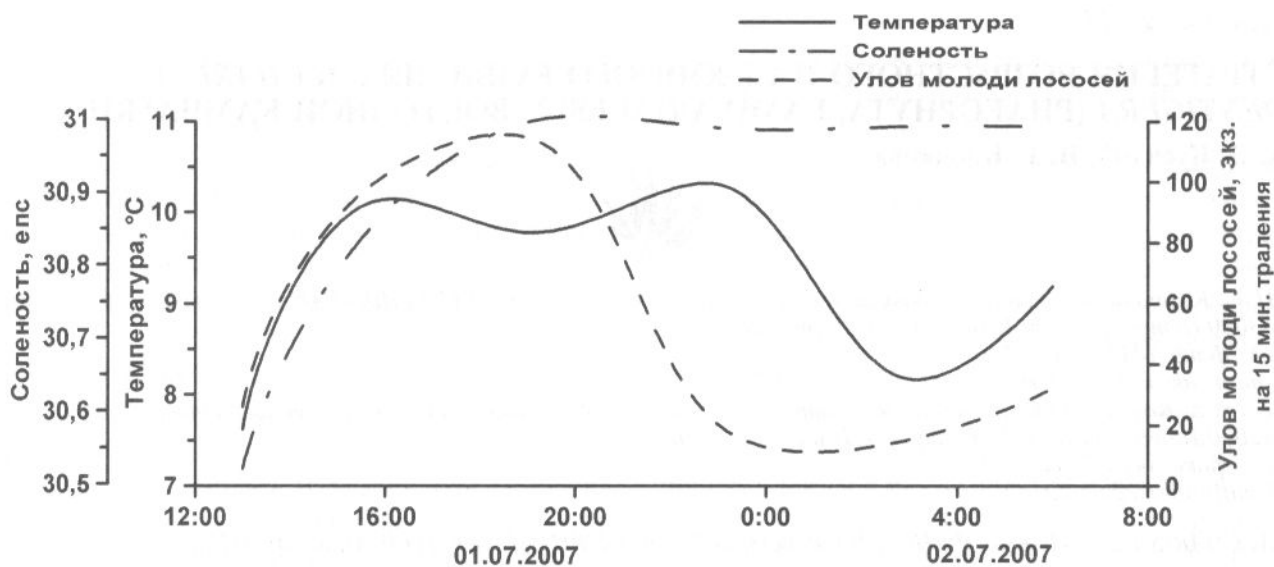


Рис. 9. Ход температуры, солёности и улова молоди лососей на суточной станции в начале июля 2007 г.

ким образом, вполне возможна связь между динамикой молоди тихоокеанских лососей в поверхностном слое и временем суток, аналогичная той, на которую обращают внимание некоторые исследователи при рассмотрении вопроса покатной миграции лососей в реках (Бирман, 2004).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований получена характеристика гидрологических условий в восточной части Охотского моря в июне–августе (ранний морской [прибрежный] период жизни лососей) 2006–2007 гг. Также сделана попытка оценить влияние термохалинных и гидродинамических условий на распределение молоди лососей.

Анализ гидрологического материала показал, что температура поверхностного слоя в восточной части Охотского моря в июне–августе 2006 и 2007 гг. была выше нормы. Исключением оказался июнь 2006 г., когда наблюдались небольшие отрицательные отклонения температуры от среднегодовых значений (до -1°C).

Между горизонтальным распределением гидрологических параметров и уловом молоди лососей определенной связи обнаружено не было. В большей степени скопления молоди были обусловлены её физиологическим состоянием, которое определяет готовность совершать морские миграции. Кроме того, сроки и распределение молоди в прибрежной зоне обусловлены сроками её ската из рек соответствующего региона. В конце июня – начале июля

скатившаяся молодь была сосредоточена на приустьевых участках рек, а к концу июля она откочевывала в мористую часть обследованной акватории.

Анализ распределения температуры, солёности и уловов на широтных разрезах в приустьевых районах некоторых рек показал, что в первое время после ската (конец июня) большая часть молоди лососей (87%) придерживалась вод, характеризовавшихся температурой $8\text{--}9^{\circ}\text{C}$ и солёностью 30–31 епс. В конце июля – начале августа откочевывавшая от берега молодь больше всего встречалась при температуре $11\text{--}12^{\circ}\text{C}$ (90%) и при солёности 30–32 епс (99%). В результате анализа данных суточной станции, выполненной в начале июля 2007 года, предполагается возможная связь между динамикой молоди тихоокеанских лососей в поверхностном слое и временем суток.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Бирман И.Б. 2004. Морской период жизни и вопросы динамики стада тихоокеанских лососей. М.: Нацрыбресурсы. Издание второе, дополненное. С. 14–25.
- Бугаев В.Ф., Дубынин В.А. 2002. Факторы, влияющие на биологические показатели и динамику численности нерки *Oncorhynchus nerka* рек Озерной и Камчатки // Изв. Тихоокеан. науч.-исслед. рыбхоз. центра. Т. 130. С. 679–757.
- Карпенко В.И. 1998. Ранний морской период жизни тихоокеанских лососей. М.: ВНИРО, 165 с.
- Коновалов С.М. 1980. Популяционная биология тихоокеанских лососей. Л.: Наука, 238 с.