

БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ

УДК 574.58(265.5)

**В.И. Радченко¹, С.В. Лобода², А.Л. Фигуркин²,
К.М. Горбатенко², Е.Е. Овсянников^{2*}**

¹ Сахалинский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии, 693023, г. Южно-Сахалинск, ул. Комсомольская, 196;

² Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр, 690091, г. Владивосток, пер. Шевченко, 4

**УСЛОВИЯ СРЕДЫ, СОСТАВ ПЛАНКТОНА И НЕКТОНА
ЭПИПЕЛАГИАЛИ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ
ТИХОГО ОКЕАНА ЛЕТОМ 2009 Г. — ГОДА РЕКОРДНЫХ
ПОДХОДОВ ГОРБУШИ И КЕТЫ**

По результатам комплексной съемки верхней эпипелагиали северо-западной части Тихого океана в июне-июле 2009 г. представлено распределение температуры, солености, фито- и зоопланктона, нектона, в том числе горбуши и кеты. Приведены оценки переноса вод, биомассы планктона (по размерным фракциям и таксономическим группам), биомассы и численности нектона. Схема циркуляции вод характеризовалась "сжатым" состоянием Западного Субарктического круговорота. В зоопланктоне доминировали копеподы (60,8 % биомассы), в нектоне — тихоокеанские лососи. Соотношение биомассы планктона и нектона варьировало по биостатистическим районам от 23,9 до 195,1 (среднее 46,7). Выявлено, что биомасса нектона в зоне распространения субарктических вод достигает максимума в летние месяцы, а субтропических — осенью. В верхнем 30-метровом слое биомасса рыб и кальмаров возрастала в ночное время до 2,92 млн т, или в 1,6 раза, за счет мезопелагических мигрантов. Сообщества нектона верхней эпипелагиали СЗТО нормально функционировали, обеспечивая высокий уровень биологической и рыбопродуктивности.

Ключевые слова: СЗТО, эпипелагаль, планктон, нектон, сезонное перераспределение.

Radchenko V.I., Loboda S.V., Figurkin A.L., Gorbatenko K.M., Ovsyanikov E.E. Environmental conditions, plankton and nekton composition in the epipelagic layer of the north-west Pacific Ocean in the summer of 2009 — the year of record approaches of pink and chum salmon // *Izv. TINRO*. — 2010. — Vol. 160. — P. 3–23.

The data are analyzed of the upper pelagic layer integrated survey conducted in the North-West Pacific in the early summer of 2009. Spatial distribution of water

* Радченко Владимир Иванович, кандидат биологических наук, главный научный сотрудник, e-mail: vlrad@sakhniro.ru; Лобода Сергей Владимирович, старший научный сотрудник, e-mail: tinro@tinro.ru; Фигуркин Александр Леонидович, кандидат географических наук, старший научный сотрудник, e-mail: figurkin@tinro.ru; Горбатенко Константин Михайлович, кандидат биологических наук, заведующий сектором, e-mail: gorbatenko@tinro.ru; Овсянников Евгений Евгеньевич, старший научный сотрудник, e-mail: eeovsyannikov@tinro.ru.

temperature and salinity is considered. Geostrophic water transport is estimated, and the main circulation pattern is defined as the "compressed" type of the Western Subarctic Gyre that is distinguished by heightened intensity of the western boundary current. State of planktonic communities was similar with that one in summer seasons of previous years. Ratio of plankton and nekton biomasses varied from 23.9 to 195.1 decreasing from the north-west to the south-east, with the average value 46.7. Copepods supplied about 62 % of the nekton requirements for food. Pacific salmonids dominated by biomass, but myctophids, northern squid, sparkling enope squid, pacific saury, pacific pomfret, and scaly paperbone were also abundant. The species with pelagic larvae and early juveniles notably contributed in nekton communities by their number. The nekton biomass within the upper pelagic layer increased significantly (1.6-fold, on average) at nighttime due to vertical migrations of mesopelagic fish and squids; it was estimated as 2,900,000 mt for the whole surveyed area. Mean density of nekton was 2.800 g/m² or 0.093 g/m³ for the upper 30 m layer that is similar to such estimations for the Far-Eastern seas in summer. These results are compared with analogous surveys conducted in 2004 and 2006–2008 and with the historical data base (1979–2004) for the same area and some year-to-year dynamics is revealed. Nektonic communities of the upper pelagic layer function normally and ensure a high level of biological and fish productivity.

Key words: North-West Pacific, epipelagic layer, plankton, nekton, seasonal redistribution.

Введение

Рассмотрение верхнего 30-метрового слоя пелагиали в качестве отдельного биотопа, обеспечивающего функционирование характерных сообществ, может, на первый взгляд, показаться искусственным в связи с незначительностью его размеров по отношению к общему объему водной толщи в исследованной части Тихого океана (около 0,6 %). Тем не менее для проводимых с 2004 г. летних траловых съемок такой подход не только традиционен, но и закономерен. Биотоп верхней эпипелагиали в начале лета разделен с нижележащими слоями хорошо выраженным сезонным термоклинном. Он характеризуется специфическим составом населения, в котором по биомассе доминируют мигрирующие к нерестилищам созревающие лососи. Другие установленные ранее особенности нектонных сообществ (Шунтов и др., 1993; Радченко и др., 1997; Brodeur et al., 1999) заключались в массовых вертикальных миграциях в изучаемый слой мезопелагических рыб и кальмаров, в проникновении с юга на нагул видов субтропического комплекса и расширении зоны встречаемости южнобореальных видов, а также в концентрации хищных пелагических рыб на путях миграций лососей. В горизонтальном аспекте акватория съемок в северо-западной части Тихого океана (СЗТО) охватывала зону Западного Субарктического круговорота, включая в своей северо-западной части зоны Восточно-Камчатского и Курильского течений и южнее Ойясио. В южной части она частично охватывала зону Субарктического течения и первой ветви Куроисио. Согласно В.П. Шунтову (2001), акваторию северо-западной части Тихого океана следует считать "вполне обособленной областью со специфическим океанологическим режимом".

Новый этап экосистемных исследований на акватории СЗТО в 2004, 2006–2009 гг. отличается приуроченностью к раннему летнему сезону, широким охватом акватории (около 1 млн км²) и завидной регулярностью (пять съемок за последние шесть лет). Летом 2009 г. собрана дополнительная информация, позволяющая оценить значимость исследованной части СЗТО в формировании общей биологической продуктивности Тихого океана и окраинных морей. Результаты экспедиции посвящена настоящая работа.

Материалы и методы

СЗТО считается довольно хорошо исследованным районом. При подготовке каталога сообществ нектона акватории, занимающей около 3,3 млн км², в базу

данных было включено 7833 траления, в том числе 973 в мезопелагиали, выполненных в период с 24.12.1979 г. по 17.07.2004 г. (Нектон ..., 2005). Распределение траловых станций во времени и пространстве неоднородно. Наибольшее их число пришлось на Южно-Курильское мелководье, а также прилегающую часть островного склона (биостатистический район № 9). Здесь на 1,2 % площади СЗТО в 1979–2004 гг. выполнено 1905 тралений в эпипелагиали (27,8 % от общего количества) и 479 — в мезопелагиали (49,2 %). Столь же подробно исследована эпипелагиаль южной части исключительной экономической зоны (ИЭЗ) России: район № 10, составляющий 4,1 % акватории СЗТО, — 2340 тралений (34,1 %). На летний сезон (с 1.06 по 15.09) пришлось 81,4 % всех выполненных тралений, в том числе в эпипелагиали 92,0 %.

Акватория летних съемок в 2004, 2006–2009 гг. включала прикурильские воды Тихого океана в основном в пределах ИЭЗ России — биостатистические районы 7–10 полностью и 5–6 в их южной части (рис. 1), а также часть зоны международных вод, охватывающей миграционные потоки тихоокеанских лососей, — биостатистические районы 12–13. Следует подчеркнуть, что границы ИЭЗ России и стандартных биостатистических районов 5–10 не совпадают, суммарная площадь районов 6, 8, 10 включает еще 29,5 % зоны международных вод. В районах 12–13 в ходе летних съемок исследовались лишь западная и северо-западная части с меняющимися границами и площадью акватории. Поэтому биостатистические районы 5–10 далее по тексту также именуются стандартными, а исследованные участки акватории районов 12–13 (в 2009 г. около 16,8 % их общей площади) — открытыми водами океана.

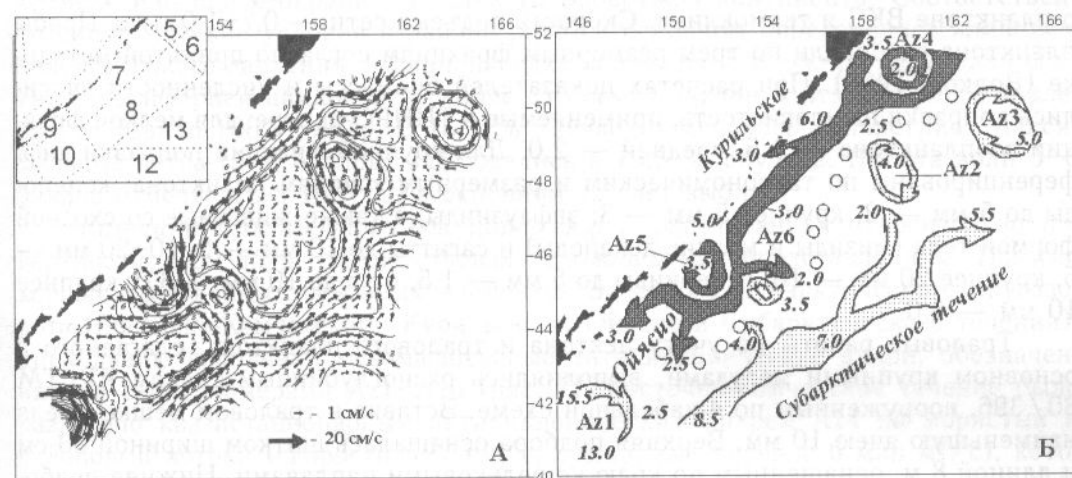


Рис. 1. Скорости геострофических течений и динамическая топография на поверхности на акватории съемки относительно 1000 дбар (А); схема и перенос вод, млн $\text{м}^3/\text{с}$ (Б), 2.06–2.07.2009 г. Точками заштрихованы потоки вод субтропического происхождения, клеточкой — субарктического. В верхнем левом углу схематично приведена нумерация биостатистических районов

Fig. 1. Geostrophic currents and dynamic topography of the sea surface relatively to the surface 1,000 dbar (A) and water circulation pattern and water transport estimations, $10^6 \text{ m}^3/\text{sec}$ (B) for the period from June 2 to July 2, 2009. Flows of subtropical waters are shown by dotted domains and flows of subarctic waters — by cross-hatched domains. Numeration of biostatistical areas is shown on the small panel in the upper left corner

В 2009 г. работы вели со 2 июня по 2 июля, т.е. чуть раньше, чем в 2004 (9.06–17.07) и 2006–2008 гг. (15.06–17.07; 7.06–2.07; 9.06–8.07). С борта НИС “Профессор Кагановский” выполнено 85 комплексных станций, обследовано 1,04 млн км^2 , в том числе 0,46 млн км^2 за пределами ИЭЗ России. Протяженность маршрута судна между станциями составила 5 087,0 морской мили, прой-

денный путь — 5 672,0 мили, 405,9 мили судно прошло с тралом на стопорах со средней скоростью 4,72 уз. Средний временной интервал между последующими началами выполнения тралений составил 8 час 20 мин. Из них около 40 мин затрачивалось на океанологические зондирования слоя 0–1000 м и сетные обловы, чуть более полутора часов — на траление, включая постановку и выборку трала, 6 час 10 мин — на переход между станциями (в среднем 59,85 мили). Данные показатели свидетельствуют о непрерывности и хорошем техническом обеспечении съемки. На биологический анализ взято 4923 экз. рыб, промерено 10 589 экз. организмов нектона.

Методика сбора информации оставалась традиционной. Океанологические исследования осуществлялись прибором “SBE-25 SEALOGGER”, оснащенным пробоотборником “SBE-32 Carousel Water Sampler” с 12 батометрами вместимостью по 5 л. В комплекте к прибору установлены: прокачивающая система “SBE-5T”, датчик растворенного кислорода “SBE-43”, датчик “SBE-18” для измерения pH, датчик измерения прозрачности воды “WETLabs” в столбе длиной 25 см и флюориметр “Seapoint”. Для оперативного контроля точности показаний датчиков зонда использовались данные параллельных зондирований прибором “SBE-19plus SEACAT Profiler”. Оба прибора до и после рейса проходят обязательную калибровку в калибровочном бассейне ТИНРО-центра.

Планктон облавливали большой сетью Джели с площадью входного отверстия 0,1 м² из капронового сита с ячейей 0,168 мм. Облов последовательно вели в двух слоях: 200–0 (дно — 0 м при меньшей глубине) и 50–0 м. Толщина верхнего квазиоднородного слоя (ВКС) на исследованной акватории в основном не превышала 30 м, поэтому второй облов позволял получать информацию о планктоне ВКС и термоклина. Скорость подъема сети — 0,7–1,0 м/с. Пробы планктона разбирали по трем размерным фракциям согласно принятой методике (Волков, 1996). При расчетах показателей биомассы и численности вводились поправки на уловистость, применяемые в ТИНРО-центре: для мелкой фракции зоопланктона — 1,5, средней — 2,0. Для крупной фракции поправки дифференцированы по таксономическим и размерным группам планктона: копеподы до 5 мм — 2, крупнее 5 мм — 3; эвфаузииды, а также животные со сходной формой тела (мизиды и мелкие декаподы) и сагитты до 10 мм — 2, 10–20 мм — 5, крупнее 20 мм — 10; гиперииды до 5 мм — 1,5, от 5 до 10 мм — 3,0, крупнее 10 мм — 5,0.

Траловые работы по учету нектона и тралового планктона, слагаемого в основном крупными медузами, выполнялись разноглубинным тралом РТ/ТМ 80/396, вооруженным по 4-кабельной схеме. Вставка в траловом мешке имела наименьшую ячейу 10 мм. Верхняя подбора оснащалась щитком шириной 60 см и длиной 8 м, оснащенным по краю кошельковыми наплавами. Нижняя подбора трала была оснащена якорной цепью длиной 12,4 м и массой 220–230 кг. В качестве грузов-углубителей применяли наборы якорной цепи массой по 270 кг. Для обеспечения раскрытия трала использовались V-образные доски площадью 6 м² и массой 1300 кг каждая. Ход трала контролировали при помощи прибора SIMRAD FS 20/25, позволяющего измерять параметры, применяемые для расчетов численности и биомассы гидробионтов. Так, вертикальное раскрытие трала в зависимости от скорости буксировки и погодных условий изменялось в пределах 29,0–37,5 м, горизонтальное — 47,0–58,0 м. Траления продолжительностью 1 ч выполнялись круглосуточно. Скорость тралений изменялась в пределах 4,3–5,4 уз. Выведение и удержание щитка на поверхности океана достигалось при длине вытравленных ваеров 255–354 м, в среднем 306 м. Длина кабелей трала равнялась 120 м. Средняя площадь облова трала за 1 ч составляла 0,4658 км².

Для расчета численности и биомассы нектона и тралового планктона использовался площадной метод (Нектон ..., 2005).

Расчеты проводились по формуле:

$$N(B) = Q \cdot S / 1000000, \quad (1)$$

где N , B — численность и биомасса вида, тыс. т или млн экз.; Q — средняя плотность распределения вида в пределах исследуемого района, экз. или кг на км^2 ; S — площадь района, км^2 . Средняя плотность распределения вида в пределах района находилась как арифметическая средняя плотностей распределения вида на каждой отдельной станции (q). Эту величину определяли делением количества (n) или массы (b) вида в улове на величину протральной за 1 ч площади (s), вычисленной исходя из горизонтального раскрытия трала и средней скорости судна, с учетом коэффициента уловистости вида (k_y) по формуле:

$$q = n(b) / k_y \cdot s. \quad (2)$$

Принятые значения k_y для видов nekтона приведены в табл. 1.

Результаты и их обсуждение

Синоптическая обстановка над дальневосточным бассейном в начале лета в последние четыре-пять лет развивается по сходному сценарию, для которого характерна блокировка дальних восточных траекторий циклонов полем высокого давления над Охотским морем и океаном. В июне 2009 г. значительной устойчивостью отличался Охотский антициклон, среднемесячная величина давления в зоне его влияния была выше нормы на 1–2 мбар. В результате в полосе умеренных широт 40–60° с.ш. перемещение циклонов с юга на север происходило вдоль окраины азиатского побережья континента. Соответственно синоптические условия в районе работ в основном определялись влиянием полей высокого давления, и лишь изредка на северной и южной границах съемки — периферией циклонов. Среднее за съемку значение атмосферного давления составило 1002,7 мбар. В 18,3 % случаев отмечалось маловетрие. Максимальные ветра (5–6 баллов) наблюдались в 19,5 % случаев. Высота волн 5–6 баллов отмечалась в 16,7 %, в основном за счет зыби.

Картина геострофической циркуляции, рассчитанная относительно поверхности 1000 дбар, соответствовала сложившимся представлениям. Помимо хорошо выраженных основных элементов Западного Субарктического круговорота (Восточно-Камчатского, Курильского, Ойясио и Субарктического течений), циркуляцию дополняли мезомасштабные антициклонические вихри, обозначенные на схеме номерами Az1–Az6 (рис. 1). Восточно-Камчатское течение было разделено квазистационарным антициклоническим вихрем Az4 на мористый и склоновый потоки (скорости 5–7 см/с, суммарный перенос 6 млн $\text{м}^3/\text{с}$), которые сливались вместе на склоне о. Парамушир уже как Курильское течение. На участке от о. Онекотан до о. Симушир, судя по направленности изобат и отсутствию охотоморских вод с океанской стороны, часть вод Курильского течения (2,5–3,0 млн $\text{м}^3/\text{с}$) проникала в Охотское море. Вынос охотоморских вод наблюдался через проливы Четвертый Курильский (в слое 0–250 м) и Буссоль (до 5,5 млн $\text{м}^3/\text{с}$ в толще 0–1000 м); в районе последнего сформировался даже не один, а цепочка из двух антициклонических вихрей — Az5 и Az6. Ойясио, формируемое смешением трансформированных в проливах охотоморских вод и вод Курильского течения (Истоки Ойясио, 1997), совершало обширный антициклонический меандр, вершина которого отклонялась от пролива на восток на 90–100 миль. Скорость течения здесь увеличивалась до 10–13 см/с, общий перенос с учетом вихрей доходил до 8,0–9,5 млн $\text{м}^3/\text{с}$. На периферии вихря Az1, являющегося теплым рингом первой ветви Куроисио, течения достигали максимальных по району скоростей (18–22 см/с). На север переносилось до 15,5 млн $\text{м}^3/\text{с}$ воды, на юг разворачивалось 13,0 млн $\text{м}^3/\text{с}$ и увлекались воды Ойясио в объеме 2,5 млн $\text{м}^3/\text{с}$. Воды Субарктического течения (северного Субарктического фрон-

Численность (млн экз.) и соотношение (%) видов nektona в верхней эпипелагиали прикурильских вод СЗТО, районы 5-10 и 12-13, 2.06-2.07.2009 г.

Table 1

Numbers (million specimens) and ratio (%) of nekton species in the upper pelagic layer of the North-West Pacific off Kurile Islands, for the biostatistical areas 5-10 and 12-13 in the period from June 2 to July 2, 2009

Вид, функциональная группа	K _y	Номера биостатистических районов				Всего
		5-10	12-13	Млн экз.	Млн экз.	
		Млн экз.	%	%	%	%
<i>Oncorhynchus gorbusha</i>	0,3	461,02	1,27	147,40	608,42	0,68
<i>O. keta</i>	0,3	58,63	0,16	19,52	78,15	0,09
<i>O. nerka</i>	0,3	7,87	0,02	10,50	18,37	0,02
<i>O. tschawytscha</i>	0,3	0,09	+	0,34	0,43	+
<i>O. kisutch</i>	0,3	0,16	+	1,02	1,18	+
<i>Leuroglossus schmidti</i>	0,1	895,62	2,46		895,62	1,00
<i>Lipolagus ochotensis</i>	0,1	20,79	0,06		1146,45	1,27
<i>Scopelosaurus harryi</i>	0,1	32,87	0,09		5323,00	5,92
<i>Diaphus theta</i>	0,1	3699,32	10,17	1732,60	5431,92	6,04
<i>Notoscopelus japonicus</i>	0,1	737,95	2,03	2981,27	3719,22	4,13
<i>Stenobrachius leucopsarus</i>	0,1	8266,58	22,73	5600,49	13867,10	15,41
Прочие миктофиды	0,1	2684,07	7,38	2220,52	4904,59	5,45
<i>Theragra chalcogramma</i>	0,4	57,69	0,16	—	57,69	0,06
<i>Cololabis saira</i>	0,1	—	—	3549,65	3549,65	3,95
<i>Pleuragrammus monopterygius</i> , juv.	0,2	76,40	0,21	111,37	187,77	0,21
<i>Hemilepidotus</i> sp., juv.	0,1	128,87	0,35	13,66	142,53	0,16
<i>Brama japonica</i>	0,5	5,48	0,02	47,29	52,77	0,06
Прочие рыбы*		118,87	0,32	166,59	285,43	0,31
Всего рыб		17252,28	47,43	23018,01	40270,29	44,77
<i>Gonatopsis borealis</i>	0,1 [#]	5796,67	15,94	51,04	5847,71	6,50
<i>Gonatus kamischaticus</i>	0,1 [#]	100,45	0,28	1750,39	1850,84	2,06
Прочие гонатиды	0,1 [#]	1903,80	5,24	470,54	2374,34	2,65
<i>Watasenia scintillans</i>	0,01	10314,40	28,35	28022,58	38336,98	42,61
<i>Todarodes pacificus</i> **	0,1 [#]	353,11	0,97	196,92	550,03	0,61
Прочие головоногие***		13,79	0,04	31,43	45,22	0,05
Всего головоногие		18482,22	50,81	30522,90	49005,12	54,47
Всего медузы***		640,56	1,76	44,98	685,54	0,76
Суммарно		36375,06	100	53585,89	89960,95	100

Примечание. + — менее 0,005 %.

* В состав группы "Прочие рыбы" вошли: *Prionace glauca*, *Squalus acanthias* ($\kappa_y = 1,0$), *Lamna ditropis*, *Pterothrissus gissu*, juv., *Engraulis japonicus*, *Trachipterus ishikawai*, *Desmodema lorum*, *Hexagrammos octogrammus*, juv., *Aptocyclus ventriosus*, *Paralepis atlanticus*, *Paralepididae* gen. sp., juv., *Ichthyos loxingtoni*, *Zaprora silena*, *Caristius macropus*, *Mola mola* ($\kappa_y = 0,5$), *P. monopterygius*, ad. ($\kappa_y = 0,4$), *Anotopterus nikparini*, *Alepisaurus ferox*, *Pleurogrammus azonus*, *Tetragonurus cuvieri*, *Hyperoglyphe japonica*, ad. ($\kappa_y = 0,3$), *Hyperoglyphe japonica*, juv., *Notolepis rissoi*, *Bathymaster* sp., juv. ($\kappa_y = 0,1$).

** В состав группы "Прочие головоногие" вошли: *Moroteuthis robustus* ($\kappa_y = 1,0$), *Onychoteuthis banksi borealijaponicus*, *Japetella diaphana* ($\kappa_y = 0,1$).

*** Для *Calycopsis nematophora* $\kappa_y = 0,05$, остальных видов $\kappa_y = 0,1$.

Для перечисленных видов гонатид $\kappa_y = 0,1$ для взрослых и 0,01 для молоди с длиной мантии менее 100 мм, тихоокеанского кальмара $\kappa_y = 0,10$ для взрослых и 0,03 для молоди.

В суммарные оценки не вошла численность миноги *Entosphenus tridentatus* (0,23 млн экз.) и огнетелок (1,20 млн экз.), $\kappa_y = 0,1$.

та) прослеживались на юго-восточной периферии района работ от 41°30' до 47°30' с.ш., где формировали два антициклонических вихря Az2 и Az3 и три антициклонических меандра. На южном участке Субарктическое течение имело скорость 6–10 см/с, переносило до 8,5 млн м³/с. Внутренние области Западного Субарктического круговорота представляли собой зоны малоподвижных вод, движущихся по циклоническим орбитам со скоростью менее 1–2 см/с. Одной из основных особенностей этой области является подъем глубинных вод.

Температура воды на поверхности океана (ТПО) в период съемки изменялась в пределах 2,1–15,3 °С, соленость — 32,75–34,18 ‰ (рис. 2). Максимальные значения ТПО и солености наблюдались на юге и юго-востоке района, в водах северного Субарктического фронта. Минимум ТПО традиционно отмечался в зоне интенсивного приливного перемешивания вдоль Курильской гряды, солености — в водах, вынесенных Восточно-Камчатским течением к о. Парамушир, и водах мористой ветви Ойясио на периферии вихря Az1. Значения температуры и солености, близкие к таковым на поверхности океана, отмечались в пределах всего ВКС, являющегося основным биотопом мигрирующих лососей. В июне-июле, когда циклоническая активность и ветро-волновое перемешивание еще невелики, ВКС имел относительно небольшую толщину, зависевшую от происхождения вод и особенностей циркуляции. Наименьшие значения толщины ВКС (5–15 м) отмечались в струях основных течений и фронтальных зонах. В центральных областях макрокруговорота толщина однородного слоя варьировала в пределах 15–30 м, увеличиваясь на локальных участках антициклонических вихрей до 50–100 м.

Если сравнивать с данными аналогичных съемок 2004, 2006–2008 гг., то в июне 2009 г. температура поверхностного слоя вод, приносимых с севера Восточно-Камчатским течением, и охотоморских вод, выносимых через прол. Бус-соль, была на 1,0–1,5 °С холоднее, а воды зоны фронта Ойясио и Субарктического течения, напротив, были на 1,0–1,5 °С теплее. При этом северный Субарктический фронт в июне 2009 г. отмечался на 30–40 миль ближе к Курильской гряде, что повышало аномалии для участков в зоне Субарктического течения до 2–3 °С. По данным NOAA (Optimum Interpolation SST, http://www.emc.ncep.noaa.gov/research/cmb/sst_analysis/), в районе съемки средняя за июнь 2009 г. температура поверхности океана харак-

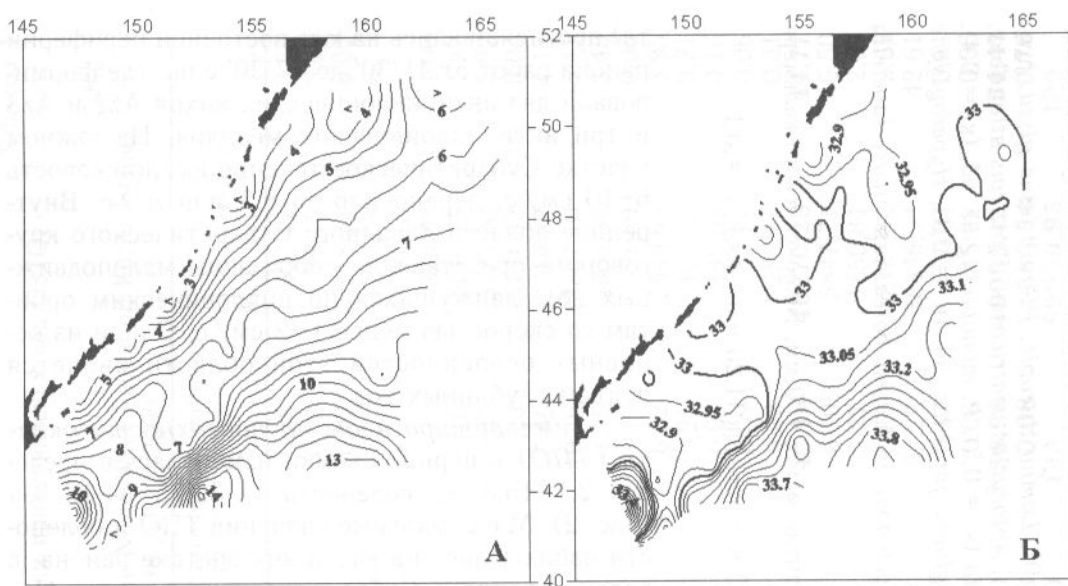


Рис. 2. Распределение на горизонте 0 м: А — температуры ($^{\circ}\text{C}$), Б — солёности (‰), 2.06–2.07.2009 г.

Fig. 2. Water temperature (А, $^{\circ}\text{C}$) and salinity (Б, ‰) at the sea surface, 2.06–2.07.2009

теризовалась близкими к норме и небольшими положительными аномалиями $0,5\text{--}1,0\text{ }^{\circ}\text{C}$, в том числе и в прикурильских водах. Полученные нами отрицательные аномалии по этому району объясняются более ранним началом (на декаду) съемки в 2009 г. Преобладание в поле солёности, как более консервативной характеристики, значений, близких или выше среднееголетних, свидетельствует в пользу правильности вывода о сдвиге Субарктического фронта в сторону гряды и о повышенном температурном фоне поверхностных вод. В целом схему циркуляции вод в июне 2009 г. следует отнести к типу “сжатого” состояния Западного Субарктического круговорота, при котором Субарктическое течение и Субарктический фронт сдвинуты к Курильской гряде и наблюдается высокая интенсивность всех элементов западного пограничного течения, особенно прибрежной ветви Ойясио (Рогачев, Шлык, 2005).

Биомасса сетного фитопланктона также оказалась близка к среднееголетним значениям. В верхней эпипелагиали (до 50 м) она изменялась от $76,7$ до $2254,0\text{ мг/м}^3$, в эпипелагиали — от $25,4$ до $561,9\text{ мг/м}^3$. Наибольшая концентрация планктонных водорослей отмечалась на Южно-Курильском мелководье (район 9, рис. 3) и на прилегающей акватории района 10. В составе сетного фитопланктона доминировали диатомовые водоросли родов *Thalassiosira*, *Chaetoceros*, *Thalassiothrix* и *Coscinodiscus* (в порядке убывания значимости). В богатых фитопланктоном районах представители первого из родов слагали $73,3\text{--}87,7\%$ биомассы фитопланктона в слое $0\text{--}50\text{ м}$. Располагались участки “цветения” водорослей в зоне взаимодействия вод Ойясио и внутренней области Западного Субарктического круговорота. Это соответствует представлениям, что активная вегетация фитопланктона в прикурильских водах в зонах теплых течений продолжается до июня, холодных — до сентября (Надточий, 2004).

Биомасса зоопланктона мелкой и средней фракций была относительно низкой, а доля этих фракций в суммарной биомассе небольшой (табл. 2): в верхнем 50-метровом слое они составляли $3,4$ и $4,1\%$, в 200-метровом слое — $2,8$ и $4,7\%$. В верхней эпипелагиали были сосредоточены основные концентрации крупного зоопланктона, а средняя концентрация была вдвое выше, чем в 200-метровом слое. В составе крупной фракции повсеместно доминировали копепо-

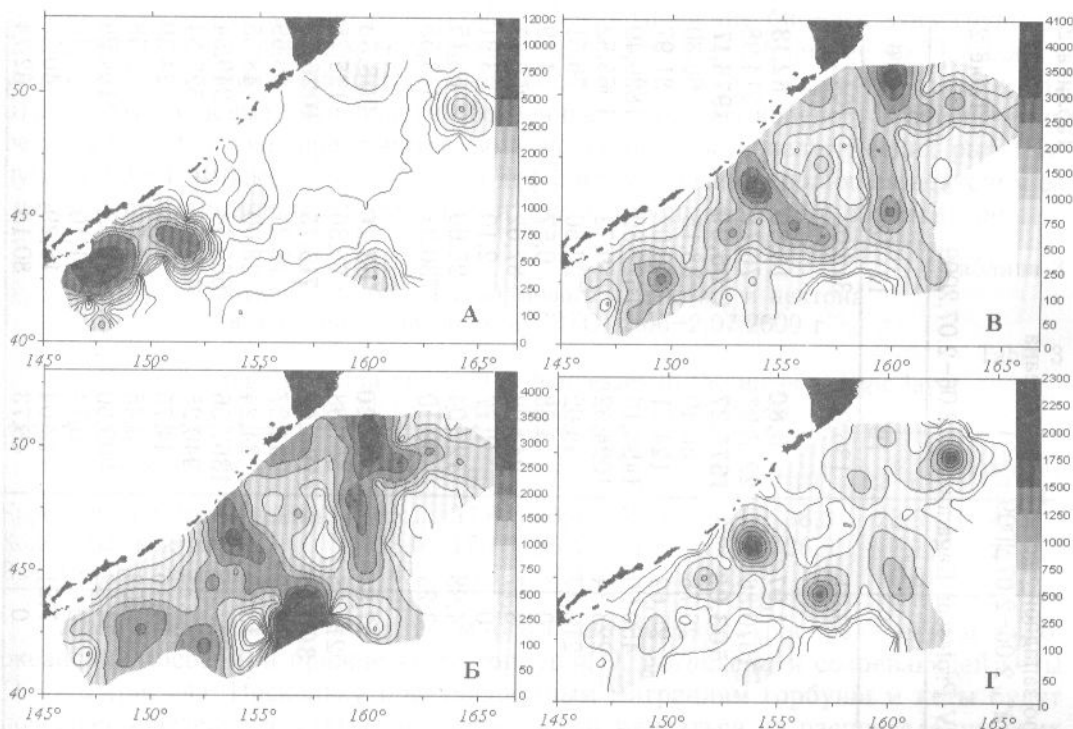


Рис. 3. Показатели обилия отдельных групп планктона (мг/м³) в верхней эпипелагиали СЗТО, 2.06–2.07.2009 г.: **А** — сетной фитопланктон, **Б** — крупная фракция зоопланктона, **В** — копеподы, **Г** — *Neocalanus cristatus*

Fig. 3. Abundance of certain plankton groups (mg/m³) in the upper pelagic layer in the North-West Pacific in the period from June 2 to July 2, 2009: **А** — net phytoplankton, **Б** — large-sized zooplankton, **В** — copepods, **Г** — *Neocalanus cristatus*

ды, составлявшие в верхнем 50-метровом слое от 46,7 (р-ны 12–13) до 70,2 % биомассы (р-н 7). По биостатистическим районам биомасса крупного зоопланктона в верхней эпипелагиали изменялась от 450,7 до 2669,7 мг/м³. Наибольшие значения отмечались в самых северных районах 5 и 6, несколько меньшие — в срединной части акватории съемки, где концентрации в основном наблюдались в зоне Курильского течения и на северо-восточной периферии мезомасштабных вихрей Az2, Az5 и Az6 (см. рис. 1, 3). В южном районе № 10 и открытых океанических водах концентрация планктона ниже примерно в полтора раза по сравнению с северными участками. К тому же в открытых водах океана 44 % биомассы крупной фракции зоопланктона в верхнем 50-метровом слое слагали сальпы, не встреченные на других участках акватории. Минимальными биомассами зоопланктона характеризовались воды южнокурильского шельфа (р-н 9). Но концентрация эвфаузиид здесь была наибольшей — 46,7 % общей биомассы зоопланктона, в основном за счет эвфаузиид *Thysanoessa longipes*. Среди копепод в планктоне повсеместно преобладали океанические виды *Neocalanus plumchrus* s.l., *N. cristatus* и *Eucalanus bungii*. Эти интерзональные виды копепод летом не совершают активных вертикальных миграций, создавая хорошие кормовые условия для нагула эпипелагических рыб (Мантейфель, 1960). Концентрации крупных копепод в верхней эпипелагиали, как правило, были даже выше в светлое время суток. Амфиподы, как и эвфаузииды, характеризовались индексами обилия ниже среднееголетних значений.

В целом ситуация в планктонных сообществах исследуемого региона в летние сезоны последних лет отличалась стабильностью. Валовой запас кормового зоопланктона в верхней эпипелагиали в 2009 г. вполне обеспечивал пищевые по-

Биомасса планктона по биостатистическим районам в северо-западной части Тихого океана
по данным съемки НИС "Профессор Кутановский", 2.06–2.07.2009 г.

Plankton biomass by biostatistical areas in the North-West Pacific, RV Professor Kaganovsky, 2.06–2.07.2009

Показатель	5	6	7	Районы			12–13	Итого
Площадь, тыс. км ²	32,91	138,34	153,13	8	9	10	316,02	1042,67
				<i>Слой 0–50 м</i>				
Объем, тыс. км³	1,65	6,92	7,66	11,35	1,97	6,80	15,80	52,13
Фитопланктон	239,55	303,73	264,29	272,76	1370,86	2253,97	76,71	514,98
Зоопланктон	2845,24	2476,87	2101,96	2280,87	503,09	1675,27	1705,99	1978,17
Мелкая фракция	108,63	97,21	78,70	87,20	26,78	56,40	38,15	66,80
Средняя фракция	66,96	86,93	74,08	129,0	25,62	124,71	40,02	81,97
Крупная фракция	2669,65	2292,73	1949,18	2064,67	450,69	1494,16	1627,82	1829,40
Сорепода	1819,87	1168,84	1367,59	1285,58	223,34	1024,52	759,72	1065,52
Euphausiacea	56,52	31,62	85,74	169,03	210,37	49,02	22,50	76,51
Amphipoda	2,26	18,81	2,30	4,29	0	3,68	0,57	4,49
Chaetognatha	576,03	372,08	399,59	388,82	8,77	243,03	87,02	269,27
Pteropoda	4,79	7,75	2,49	6,90	0	1,77	2,10	3,91
Coelenterata	68,55	60,18	74,59	97,29	4,98	122,04	25,60	66,15
Прочие	141,63	633,45	16,88	112,76	3,23	50,10	730,31	343,55
				<i>Слой 0–200 м</i>				
Объем, тыс. км³	6,58	27,67	30,63	45,39	7,86	27,20	63,20	208,53
Фитопланктон	42,39	100,69	82,37	45,46	214,55	561,88	25,36	125,75
Зоопланктон	1388,78	1004,92	1181,47	1160,93	300,59	1496,07	715,75	1026,78
Мелкая фракция	30,12	36,32	31,80	30,29	9,72	44,27	18,21	28,69
Средняя фракция	23,11	50,41	31,82	75,70	13,52	84,24	28,00	48,55
Крупная фракция	1335,55	918,19	1117,85	1054,94	277,35	1367,56	669,54	949,54
Сорепода	929,24	553,98	737,29	714,18	215,73	940,25	417,35	623,84
Euphausiacea	35,52	5,44	31,97	39,82	14,16	44,75	9,28	24,39
Amphipoda	1,73	1,72	1,06	3,32	5,03	3,45	2,56	2,58
Chaetognatha	331,66	194,63	284,37	206,10	34,92	209,60	140,83	194,26
Pteropoda	0,83	2,92	1,08	2,20	0	0,74	1,10	1,48
Coelenterata	31,60	22,04	41,57	38,98	7,51	122,04	18,29	40,25
Прочие	4,97	137,46	20,51	50,36	0	46,73	80,13	62,74

требности пелагического нектона (табл. 3). Соотношение биомасс этих групп по биостатистическим районам варьировало от 23,9 до 195,1 (среднее 46,7), также с убыванием от северо-западного к юго-восточному углу акватории съемки. На 61,9 % эти пищевые потребности обеспечивали ресурсы копепод. В обеспечении ресурсами эвфаузиид, предпочитаемыми многими видами пелагических рыб (Чучукало, 2006), наблюдался некоторый дефицит, который восполнялся nekтоном за счет копепод, крылоногих моллюсков и других групп кормового зоопланктона.

Таблица 3

Соотношение биомасс кормового планктона и нектона
в верхней эпипелагиали СЗТО, 2.06–2.07.2009 г.

Table 3

Ratio of forage plankton and nekton biomasses in the upper pelagic layer
of the North-West Pacific, 2.06–2.07.2009

Показатель	Районы							Среднее
	5	6	7	8	9	10	12–13	
Кормовой планктон/нектон	195,1	33,6	80,4	50,5	26,1	38,8	23,9	46,7
Копеподы/нектон	133,0	17,1	56,5	31,4	12,9	26,5	11,1	28,9
Эвфаузииды/нектон	4,1	0,5	3,5	4,1	12,2	1,3	0,3	2,3

Распределение нектона во многом определялось распределением тихоокеанских лососей, и прежде всего горбуши *O. gorbuscha* и созревающей кеты *O. keta* (рис. 4). Поскольку преданадромным миграциям горбуши и кеты будут посвящены отдельные статьи, подробно останавливаться на распределении этих видов мы не будем. Обилие нектона других таксономических групп (без учета тихоокеанских лососей) заметно возрастало в зонах фронтальных разделов, формируемых течениями, а список встреченных здесь видов значительно расширялся (рис. 5). Особенно заметен этот рост на примере ночных тралений в зоне Субарктического течения.

Изменения в видовом составе уловов по сравнению с 2008 г. оказались невелики. Общая длина видового списка составила 68 видов против 66 (табл. 4). Из основных подтвержденных закономерностей следует отметить значительное увеличение абсолютной и относительной (на единицу площади) численности видов нектона по направлению от “прибрежных” районов в сторону открытого океана, а в океане — в южном направлении. Из стандартных биостатистических районов наиболее широким видовым списком характеризовался район 10: 45 видов из 68 встреченных, в том числе 27 видов рыб, 10 — головоногих моллюсков, 7 — медуз и один вид огнетелок. В пределах районов 12–13 видовое богатство еще более возрастало за счет рыб океанической пелагиали: всего 50 видов, в том числе 36 — рыб, 8 — головоногих моллюсков, 6 — медуз. Оказались обеднены видами относительно мелководный район 9 и 5, обследованный лишь в его южной части. К числу редких находок следует отнести поимку в открытых водах океана (южнее 43°20' с.ш.) 1 экз. большого кариста *Caristius macropus*, веретенника *Paralepis atlanticus* и лампадену *Lampadena urophaos* (по 2 экз.). В общий видовой список рыб не включена гоностома *Gonostoma gracile*, один относительно крупный экземпляр которой выловлен икорной сетью. Кальмаров в уловах зарегистрировано 12 видов, медуз — 9, а также 1 вид огнетелок *Pyrosoma* sp.

По частоте встречаемости среди видов нектона безусловным лидером оказалась горбуша *O. gorbuscha*, отсутствовавшая в уловах только двух тралений: над свалом глубин у прол. Дианы при температуре поверхности воды 2,3–2,8 °С, а также на одной из южных станций, где ТПО к концу июня достигла отметки 15,2 °С. По районам съемки частота встречаемости горбуши составила от 92,9 до 100,0 %, средняя — 97,7 %. Известно, что в начале июня в СЗТО (39–50° с.ш. 154–177° в.д.) горбуша преобладала и в составе сетного нектона (ячей исследовательских дрейфтер-

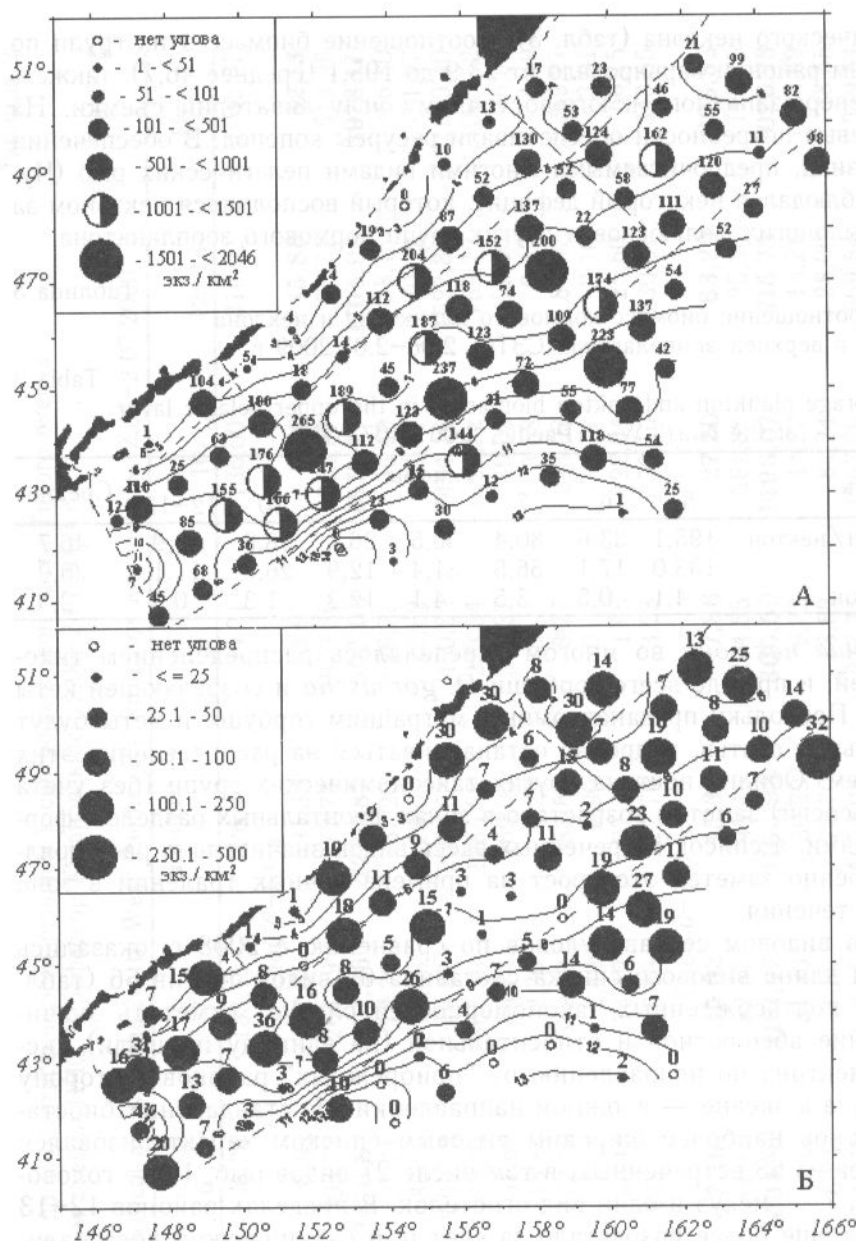


Рис. 4. Пространственное распределение уловов горбуши (А) и кеты (Б) (экз./км²) в верхней эпипелагиали северо-западной части Тихого океана, 2.06–2.07.09 г. Цифры — улов (экз./час). Приведены изотермы на поверхности воды

Fig. 4. Catches of pink (А) and chum (Б) salmon (ind./km²) in the North-Western Pacific in the period from June 2 to July 2, 2009. The numbers indicate CPUE (ind./hour). SST contours are shown, as well

ных сетей от 9,5 до 60,5 мм), составляя в 1991–1995 гг. 84,8 % численности лососей (Ishida et al., 1996). Из других лососей наиболее часто встречалась половозрелая кета *O. keta*: 78,6–100,0 %, в среднем 91,9 %, в пределах стандартных биостатистических районов и заметно реже — 58,3 % станций — в районах 12–13. Без разделения вида на функциональные группы кета не была встречена в улове лишь в трех тралениях в стандартных районах (встречаемость 95,2 %) и в шести — в открытых водах океана (75,0 %). Другие виды тихоокеанских лососей встречались значительно реже. Нерка отмечена в большей части уловов лишь в 6-м районе, в котором также была обследована лишь южная часть. На эту акваторию пришлась основная часть миграционного потока нерки из океана к побережью Камчатки.

Встречаемость видов рыб других семейств далеко не достигала показателей, характерных для горбуши и кеты. В отдельных районах показатель более трети уловов имели лишь минтай *Th. chalcogramma*, встречавшийся вдоль Курильских островов в районах 7, 9 и 10, и пелагическая молодь массовых придонных видов рыб, традиционно обнаруживаемая в обьектнее сетной части трала. У получешуй-

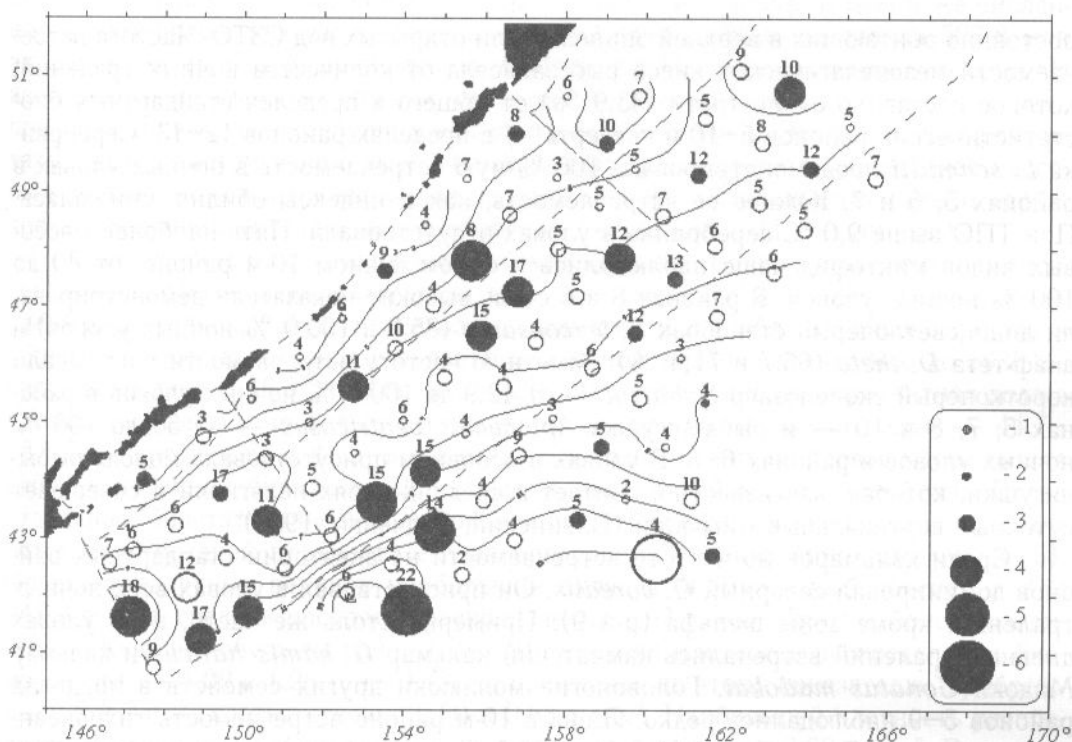


Рис. 5. Пространственное распределение биомассы нектона (без учета лососей) в верхней эпипелагиали северо-западной части Тихого океана, 2.06–2.07.2009 г.: 1 — улова нет; 2 — менее 0,1; 3 — 0,1–1,0; 4 — 1,0–3,0; 5 — 3,0–10,0; 6 — более 10,0 т/км². Цифры — количество видов нектона в улове. Приведены изотермы на поверхности воды. Черными кружками обозначены ночные траления

Fig. 5. Spatial distribution of nekton biomass (without pacific salmons) in the upper pelagic layer in the North-West Pacific in the period from June 2 to July 2, 2009: 1 — no catch; 2 — < 0.1; 3 — 0.1–1.0; 4 — 1.0–3.0; 5 — 3.0–10.0; 6 — > 10.0 mt/km². The numbers indicate the number of species. Night-time hauls are indicated by shaded circles. SST contours are shown, as well

Таблица 4

Количество видов нектона и тралового планктона, встреченных в уловах по районам траловой съемки в рейсе НИС “Профессор Кагановский”, 2.06–2.07.2009 г.

Table 4

Number of nekton and plankton species in the trawl catches obtained by RV Professor Kaganovsky in the period from June 2 to July 2, 2009, by biostatistical areas

Группы нектона и планктона	Номера биостатистических районов							Все районы
	5	6	7	8	9	10	12–13	
Рыбы и рыбообразные	9	16	14	23	5	27	36	46
Головоногие моллюски	4	4	5	10	1	10	8	12
Медузы и огнетелки	6	6	8	8	4	8	6	10
Все группы	19	26	27	41	10	45	50	68

ного бычка *Hemilepidotus* sp. частота встречаемости составляла 57,1–66,7 % в районах 5 и 7, у северного одноперого терпуга *P. monopterygius* — 45,5 % в районе 6. В открытых водах океана две трети уловов содержали морского леща *V. japonica*. Находки других видов рыб были редкими, подчас случайными. Одиннадцать из них (23,9 % видового списка) встречены в ходе съемки лишь в одном улове, еще девять (19,6 %) — в двух. Это связано с небольшим числом видов рыб,

постоянно обитающих в верхней эпипелагиали открытых вод СЗТО. Частота встречаемости мезопелагических видов рыб зависела от количества ночных тралений, которое составило около трети (33,9 %) от общего в пределах стандартных биостатистических районов 5–10 и четверть — в пределах районов 12–13. Серебрянка *L. schmidtii* продемонстрировала 100 %-ную встречаемость в ночных уловах в районах 5, 6 и 7. Южнее ее встречаемость, как и индексы обилия, снижалась. При ТПО выше 9,0 °С серебрянка в уловах отсутствовала. Пять наиболее массовых видов миктофид чаще наблюдались в самом южном 10-м районе, от 80 до 100 % ночных уловов. В районах 8 и 6 столь высокие показатели демонстрировали лишь светлоперый стенобрах *S. leucopsarus* (85,7 и 100,0 % ночных уловов) и диаф-тета *D. theta* (66,7 и 71,4 %). Заметную частоту встречаемости показывали короткоперый скопелозавр *S. harryi* — от 42,9 до 100,0 % ночных уловов в районах 5, 7, 8 и 10 — и рыба-лягушка *Aptocyclus ventricosus* — от 50 до 100 % ночных уловов в районах 6–8. В уловах в основном присутствовала молодь рыбы-лягушки, которая, как известно, обитает в средних слоях пелагиали и совершает суточные вертикальные миграции (Ильинский, Радченко, 1992).

Среди кальмаров по частоте встречаемости на акватории стандартных районов доминировал северный *G. borealis*. Он присутствовал в уловах всех ночных тралений, кроме зоны шельфа (р-н 9). Примерно столь же часто, но в уловах дневных тралений встречались камчатский кальмар *G. kamtschaticus* и кальмар Мадоки *Gonatus madokai*. Головоногие моллюски других семейств в пределах районов 5–9 наблюдались редко. Лишь в 10-м районе встречаемость тихоокеанского кальмара *T. pacificus* (30,8 % и 38,5 % для молоди), кальмара-светлячка *W. scintillans* (46,2 %), курильского крючьеносного кальмара *Onychoteuthis banksi borealijaponicus* (23,1 %) достигала заметных значений. В районах 12–13 по частоте встречаемости доминировал тихоокеанский кальмар, обнаруженный в каждом третьем улове. Здесь также возросла частота встречаемости курильского крючьеносного кальмара (до 29,2 %), а вот всех остальных заметно снизилась. Среди медуз по частоте встречаемости доминировала камчатская медуза *Phacellophora camtschatica* — в среднем 91,9 % в пределах стандартных биостатистических районов. В уловах почти всех ночных тралений (18 из 21) присутствовала гидромедуза *Calyropsis nematophora*. Интересно, что два массовых вида медуз — компасная хризаора *Chrysaora melonaster* и аурелия *Aurelia limbata* — встречались в уловах исключительно (кроме одного ночного улова для первого вида) в светлое время суток. При их широком распространении по району съемки, особенно хризаоры, остается неясным, могут ли медузы уходить из зоны облова пелагического трала ночью. К тому же в других районах ИЭЗ России медузы этих видов успешно облавливаются ночью. Для компасной хризаоры характерно образование скоплений в слое 10–40 м (Чучукало и др., 2009). У западного побережья Камчатки в июне-июле они доминируют в составе тралового планктона в ночное время (Горбатенко и др., 2009). Если даже допустить возможность вертикальных миграций этих двух видов медуз в океане в слой глубже термоклина, биологическая целесообразность таких перемещений остается неочевидной. В открытых водах океана встречаемость всех медуз снижалась в разы по сравнению со стандартными районами.

По учетной численности nekтона и тралового планктона среди стандартных биостатистических районов выделялись районы 8 и 10 — по 16,0 млрд экз. С учетом различия их площадей относительная численность нектеров в районах составила 0,12 и 0,07 экз./м². Наиболее существенный вклад в численность nekтона на акватории районов 5–10 внесли светлоперый стенобрах (8,27 млрд экз.) и кальмар-светлячок (10,31 млрд экз.). В открытых водах океана численность нектеров еще более возросла, превысив оценку для стандартных районов в 1,47 раза (см. табл. 1). Основной вклад в учетные здесь 53,59 млрд животных внес кальмар-светлячок, составивший 42,6 % суммарной численности. Горбуша в списке

видов с убыванием по численности оказалась на 14-й позиции. В целом же численность всех видов лососей в пределах стандартных районов составила 527,8 млн экз., из которых 87,4 % пришлось на горбушу, 8,6 % — на половозрелую кету. На всей акватории съемки учтенная численность лососей достигла 706,55 млн экз., при этом доли кеты и горбуши в ней почти не изменились. Это рекордные результаты, свидетельствующие о высочайшем уровне численности двух наиболее массовых на азиатском побережье видов лососей в 2009 г. Что касается кеты и нерки, достаточно много учтено и неполовозрелых рыб (25,56 и 11,18 млн экз.).

Основу биомассы на акватории съемки слагали те же группы nekтона: лососевые, миктофиды и кальмары-гонатиды, а в районах 12–13 дополнительно — кальмар-светлячок, сайра, скопелозавр, морской лещ (табл. 5). Доля горбуши в общей биомассе в пределах стандартных районов варьировала от 33,5 до 59,2 %, средняя составила 46,8 %. Для тихоокеанских лососей в целом процентная доля в биомассе существенно больше, в основном за счет половозрелой кеты, — 44,7–78,1 %, в среднем 63,5 %. А вот в открытых водах океана на первое место вышла сайра с учтенной биомассой 205,2 тыс. т против 174,3 тыс. т горбуши. Вклад отдельных биостатистических районов в общую оценку биомассы nekтона соответствовал средней плотности его распределения по акватории (см. рис. 4–6). Среди стандартных районов наибольший вклад в биомассу рыб обеспечил 8-й: 347,2 тыс. т, средняя плотность распределения 1,53 т/км². Другие, более удаленные от Курильской гряды районы (6 и 10, средняя плотность распределения биомассы рыб — 1,09 и 1,28 т/км²) также превосходили по этому показателю “прибрежные” 5 и 7-й — соответственно 0,60 и 0,63 т/км². Наибольшей плотность распределения ихтиомассы оказалась в открытых водах океана — 2,20 т/км². В распределении биомассы кальмаров максимум пришелся на 7 (за счет северного гонатопсиса) и 10-й (в равных долях гонатопсис и кальмар-светлячок) районы, плотность распределения тейтомассы — 0,44 и 0,43 т/км². “Рыбный” 8-й район и воды открытого океана с плотностью распределения 0,30 и 0,27 т/км² обеспечили сходный по величине вклад в биомассу nekтона лишь за счет большей площади акватории. Плотность распределения биомассы медуз была максимальной в районах 8 и 10 — 0,24 и 0,22 т/км², на среднем уровне — в 6 и 7-м — 0,15 и 0,13 т/км².

Кратко по районам преобладание отдельных групп nekтона по биомассе можно сформулировать следующим образом. В районах 5, 6 и 9 доминировали почти исключительно тихоокеанские лососи (74,5, 74,4 и 78,1 %). В районе 7 — лососи (49,3 %) и северный гонатопсис (36,5 %). В районе 8 — лососи (60,0 %), кальмары-гонатиды (11,2 %, из них северный гонатопсис 8,83 %) и миктофиды (10,0 %). В районе 10 — лососи (44,7 %), миктофиды (16,8 %) и два вида кальмаров — северный гонатопсис и светлячок (9,1 и 9,6 %). В районах 12–13 доминирование лососей среди рыб выражено слабо: 27,1 % при 25,7 % у сайры и 8,6 % у морского леща, 17,0 % у миктофид, 6,0 % у скопелозавра. Кальмары-гонатиды теряют здесь ведущие позиции, а доля кальмара-светлячка снижается по сравнению с долей в районе 10 до 7,7 %. Доля медуз в учтенной биомассе по стандартным районам съемки варьирует слабо — от 6,4 до 13,4 %, в среднем 11,3 %. В открытых водах океана доля медуз снижается до 1,9 % за счет роста биомассы двух других групп. Средняя плотность распределения тралового планктона остается здесь на уровне 0,14 т/км².

Верхняя эпипелагиаль СЗТО — биотоп с ярко выраженной сезонной динамикой. В зимние месяцы биомасса nekтона в верхней эпипелагиали большинства районов не превышает 1 т/км² (Нектон ..., 2005). На севере в составе nekтона зимой доминируют кальмары-гонатиды (87,0–91,6 % в р-нах 5 и 6), доля которых постепенно уменьшается к югу, до 15,1 % в районе 10. Обратную тенденцию проявляет биомасса миктофид — от 4,4–5,4 % в районах 5 и 6 до 58,0 % в районе 10. Тихоокеанские лососи в этот сезон сконцентрированы в районе 13, где составляют две трети учтенной в верхней эпипелагиали биомассы nekтона.

Таблица 5

Биомасса (тыс. т) и соотношение (%) видов nektona в верхней эпипелагиали прикурильских вод СЗТО, районы 5–10 и 12–13, 2.06–2.07.2009 г.

Table 5

Biomass (10^3 mt) and ratio (%) of nekton species in the upper pelagic layer of the North-West Pacific off Kurile Islands, for the biostatistical areas 5–10 and 12–13 in the period from June 2 to July 2, 2009

Вид, функциональная группа	Номера биостатистических районов					
	5–10		12–13		Всего	
	Тыс. т	%	Тыс. т	%	Тыс. т	%
<i>Oncorhynchus gorbusha</i>	546,17	46,83	174,26	21,85	720,43	36,69
<i>O. keta</i>	115,29	9,89	28,17	3,53	143,46	7,31
<i>O. nerka</i>	14,55	1,25	9,87	1,24	24,42	1,25
<i>O. tschawytscha</i>	0,04	+	0,95	0,12	0,99	0,05
<i>O. kisutch</i>	0,43	0,04	2,49	0,31	2,92	0,15
<i>Leuroglossus schmidtii</i>	16,10	1,38			16,10	0,82
<i>Lipolagus ochotensis</i>	0,64	0,05	4,89	0,61	5,53	0,28
<i>Scopelosaurus harryi</i>	1,22	0,11	47,61	5,97	48,83	2,49
<i>Diaphus theta</i>	18,42	1,58	4,85	0,61	23,27	1,19
<i>Notoscopelus japonicus</i>	18,22	1,56	80,78	10,13	99,00	5,04
<i>Stenobranchius leucopsarus</i>	36,21	3,11	26,69	3,35	62,90	3,20
Прочие миктофиды	19,24	1,65	25,39	3,18	44,63	2,27
<i>Theragra chalcogramma</i>	6,74	0,58	—	—	6,74	0,34
<i>Cololabis saira</i>	—	—	205,20	25,73	205,20	10,45
<i>Pleurogrammus monopterygius</i> , juv.	0,12	0,01	0,17	0,02	0,29	0,01
<i>Hemilepidotus</i> sp., juv.	0,03	+	0,01	+	0,04	+
<i>Brama japonica</i>	8,56	0,73	68,88	8,64	77,44	3,94
Прочие рыбы	17,65	1,51	15,54	1,95	33,19	1,69
Всего рыб	819,63	70,28	695,75	87,24	1515,38	77,17
<i>Gonatopsis borealis</i>	151,88	13,02	1,65	0,21	153,53	7,82
<i>Gonatus kamtschaticus</i>	1,40	0,12	6,20	0,78	7,60	0,39
Прочие гонатиды	15,52	1,33	0,41	0,05	15,93	0,81
<i>Watasenia scintillans</i>	28,21	2,42	61,50	7,71	89,71	4,57
<i>Todarodes pacificus</i>	13,54	1,16	5,23	0,65	18,77	0,96
Прочие головоногие	4,22	0,36	11,33	1,42	15,55	0,78
Всего головоногие	214,77	18,41	86,32	10,82	301,09	15,33
Всего медузы	131,90	11,31	15,46	1,94	147,36	7,50
Суммарно	1166,30	100	797,53	100	1963,83	100

Примечания как к табл. 1. В суммарные оценки не вошла биомасса миноги *Entosphenus tridentatus* (0,06 тыс. т) и огнетелок (0,01 тыс. т).

По мере прогрева акватории и развития сезонных процессов (“цветение” фитопланктона и последующий рост продукции зоопланктона) биомасса nektona на рассматриваемой акватории увеличивается за счет начала сезонных горизонтальных и интенсификации суточных вертикальных перемещений рыб и кальмаров. Тихоокеанские лососи к началу осени уже перемещаются в дальневосточные моря и частично в нерестовые реки. А вот южнобореальные и субтропические виды nektona мигрируют южнее по мере выхолаживания поверхностных вод океана (Парин, 1968), начало которого в зоне распространения субтропических вод приходится на ноябрь (Lie, Endoh, 1991). Поэтому в зоне преимущественного распространения субарктических вод биомасса nektona достигает максимума в летние, а субтропических — в осенние месяцы (рис. 6). В зоне же Субтропического фронта (р-н 12) летом плотность распределения nektona наименьшая, что для рыб отмечалось и в 1987–1990 гг. (Василенко и др., 1997).

Оценки плотности распределения nektona в верхней эпипелагиали, полученные в настоящей экспедиции, занимают среднее положение между зимними

Рис. 6. Распределение биомассы nekтона в СЗТО по биостатистическим районам в разные сезоны года. Гистограмма — многолетнее среднее, 1979–2004 гг. (Нектон ..., 2005): 1 — зима, 2 — весна, 3 — лето, 4 — осень. Кругами отмечена средняя биомасса nekтона по данным съемки 2009 г.

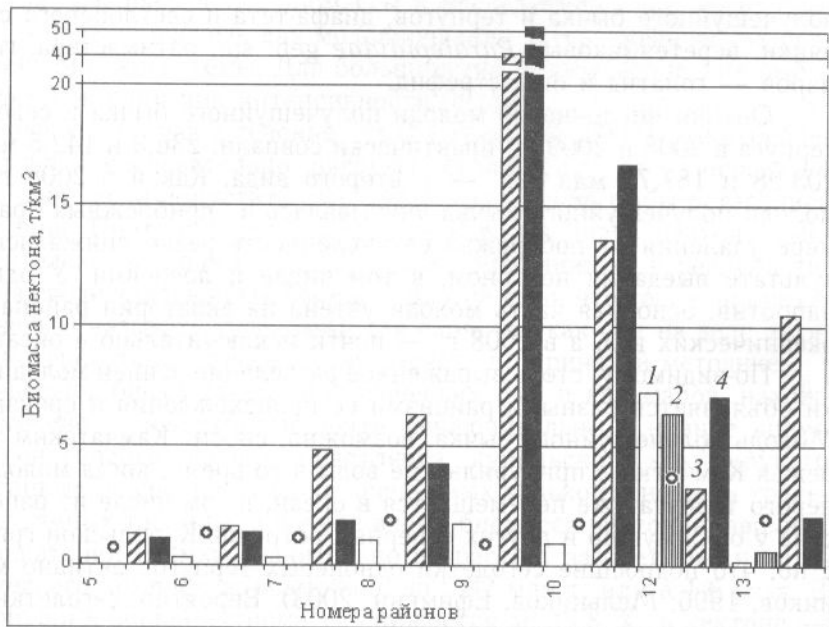


Fig. 6. Mean for 1979–2004 distribution of nekton biomass in the North-Western Pacific in certain seasons, by biostatistical areas: 1 — winter, 2 — spring, 3 — summer, 4 — autumn, histogram — annual mean (after Nekton ..., 2005). The circles indicate the biomass in early summer of 2009

и летними (рис. 6, данные для весны для стандартных районов отсутствуют). Это согласуется с выводом о принадлежности июня к раннелетнему сезону, а также с отмеченными небольшими отрицательными аномалиями температуры на акватории съемки ввиду ее раннего начала.

По сравнению с 2008 г. процентные доли серебрянки и охотского батияга в общей численности nekтона возросли, соответственно в восемь и пять раз. Доли миктофид — светлоперого стенобраха и диафатетта — претерпели наибольшее снижение: до 0,8 и 0,4 по отношению к оценкам 2008 г. Доли короткоперого скопелозавра и японского нотоскопела возросли примерно на порядок. Наибольшие же отличия отмечены для цератоскопела — в 210 раз. Нечто подобное, но на меньшем количестве примеров произошло и с оценками численности массовых видов кальмаров. Северный гонатопсис и неидентифицированная молодь кальмаров-гонатид демонстрировали соотношение оценок с прошлогодними в 2,1 и 0,5 раза. Примерно в 40 раз возросла процентная доля молодежи северного гонатопсиса, что может быть связано с различиями в урожайности двух смежных генераций вида. Оценки же численности низкобореального кальмара-светлячка перекликались с таковыми для нотоскопела — выше в 9,1 раза. Таким образом, относительные показатели численности видов, широко распространенных в пределах исследуемой акватории СЗТО, в 2009 г. продемонстрировали отрицательный тренд, а вот для видов, имеющих максимумы плотности на периферии района съемки, картина оказалась обратной. Возможно, это связано со “сжатым” состоянием Западного Субарктического круговорота летом 2009 г., о чем сообщалось выше.

Среди видов nekтона, совершающих горизонтальные миграции, заметный вклад, особенно в общую численность, вносят те, у которых перемещения протекают в виде пассивного переноса личинок и ранней молодежи. На акватории съемки отмечена молодь видов различных биогеографических группировок — от субтропических до высокобореальных. К числу первых принадлежит японская гису *Pterothrissus gissu*, лептоцефалы которой обычны в зоне взаимодействия ветвей Курисио и Ойясио (Tsukamoto, 2002; Нектон ..., 2005). Многочисленна молодь

получешуйного бычка и терпугов, диафа-тета и светлоперого стенобраха, серебрянки, веретенниковых *Paralepididae* gen. sp., батимастера, гипероглифа, кальмаров — гонатид и оммастрефид.

Оценки численности молоди получешуйного бычка и северного одноперого терпуга в 2008 и 2009 гг. практически совпали: 236,3 и 142,5 млн экз. у первого, 203,98 и 187,77 млн экз. — у второго вида. Как и в 2008 г., основная часть молоди получешуйного бычка учитывалась в “прибрежных” районах 5 и 7, а по мере удаления от побережья ее численность резко снижалась, вероятно, в результате выедания нектоном, в том числе и лососями. У одноперого терпуга, напротив, основная часть молоди учтена на акватории района 8 и прилежащих океанических вод, а в 2008 г. — почти исключительно в океанических водах.

По-видимому, столь выраженное разделение ранней молоди по районам съемки объясняется разными районами ее происхождения и сроками нереста видов. Молодь получешуйного бычка, возможно, сносит Камчатским течением от побережья Камчатки в прикурильские воды в то время, когда молодь северного одноперого терпуга уже перемещается в океан, в том числе из районов воспроизводства у о. Симушир и других северных островов Курильской гряды. Хорошо известно, что подростские сеголетки одноперых терпугов активно мигрируют (Мельников, 1996; Мельников, Ефимкин, 2003). Вероятно, сеголетки терпуга из районов воспроизводства у северных Курильских островов и юго-восточной Камчатки совершают миграции с течениями Западного Субарктического круговорота, встречаясь летом — в начале осени в юго-западной части Берингова моря. Высказывается мнение, что нагуливающаяся здесь молодь северного одноперого терпуга мигрирует от островов Алеутской гряды (Мельников, Ефимкин, 2003). В то же время в отдельные годы, например осенью 1987 г. (см. рис. 4 (а) из работы И.В. Мельникова и А.Я. Ефимкина (2003)), ее распределение характеризуется наличием двух дискретных областей, которые могут соответствовать местам нагула молоди двух крупных региональных группировок. В пользу этой гипотезы свидетельствует тот факт, что вслед за учетами большого количества молоди в Командорской котловине Берингова моря в конце 1980 — начале 1990-х гг. последовали стабилизация и рост запасов северного одноперого терпуга в Северо-Курильской зоне и Петропавловско-Командорской подзоне. После учета 189,7 тыс. т молоди северного одноперого терпуга в Командорской котловине в сентябре-октябре 2000 г. (Гаврилов, Глебов, 2002) в 2001 г. на подводном плато у северных Курильских островов отмечены исключительно высокие уловы молоди длиной 21–23 см. А вот после съемки в июле-августе 2003 г., когда сходная величина (118,95 тыс. т) была учтена в пределах Алеутской котловины (Глебов и др., 2004), подобного роста уловов годовиков не наблюдалось.

Исходя из допущения стратегии нагула в открытых водах с использованием течений макрокруговоротов, присущей одноперым терпугам, а также представителям близкородственного семейства — усатым бычками *Blepsiidae* (Радченко, 1994), следует допускать возможность активных миграций и для молоди бычков рода *Hemilepidotus*.

Анализируя динамику индексов биомассы и плотности распределения nekтона, следует помнить, что полученные величины — лишь один из возможных вариантов оценки в соответствии с заданными параметрами расчетов. Если пытаться определить средневзвешенную величину для верхней эпипелагиали (табл. 5), средний улов следует определять по всем уловам на станциях, выполненных согласно регулярной сетке. В то же время вследствие суточных вертикальных миграций многих видов nekтона найденная величина не будет характеризовать действительное биологическое окружение тихоокеанских лососей — ни для светлого, ни для темного времени суток, разве что для какой-то фактически неуловимой суточной фазы начала или, напротив, завершения миграции. Если же расчитать индексы обилия мезопелагической фауны только по ночным уловам, полу-

чение “ночного среза” распределения биомассы в исследуемом слое имеет биологический смысл, в первую очередь для моделирования здесь трофических связей между компонентами экосистемы. Для большинства мезопелагических рыб в эпипелагиали характерен один пик интенсивности питания, т.е. наполнение желудка достигается здесь один раз в течение суток (Чучукало, 2006). И потребление ими зоопланктона, а следовательно, нагрузка на кормовую базу лососей не увеличивались бы, даже если допустить, что мезопелагические рыбы оставались у поверхности на день. Поэтому оценка мезопелагических видов nektona, рассчитанная исключительно по ночным уловам, более приближена к реальности, чем составленная из средневзвешенных биомасс. Другое дело, что такие биомассы ни в коем случае нельзя называть учтенными для слоя, так как они на деле являются результатом интерпретации данных, а не расчета по принятой методике.

В табл. 6 приведены биомассы мезопелагических рыб и кальмаров, нахождение которых отмечено у поверхности почти исключительно в ночное время суток (северного гонатописа, кальмара-светлячка, курильского крючьеукого кальмара), рассчитанные из средних уловов, оцененных только по ночным тралениям. Как видно из данных таблицы, в ночное время биомасса nektona в верхней эпипелагиали на акватории съемки значительно возрастает за счет рыб и кальмаров мезопелагического комплекса, возможно, до 2,92 млн т, или в 1,6 раза. В это время доля горбуши в общей ихтиомассе снижается до 33,8 %, в nekтоне — до 24,7 %. Плотность распределения nektona увеличивается до 2,8 г/м², что для верхней эпипелагиали означает концентрацию 0,093 г/м³. Это весьма значительная величина, вполне сравнимая с подобными оценками для летнего сезона в дальневосточных морях России. По сравнению с 2008 г. (Глебов и др., 2008), эта оценка для стандартных биостатистических районов 7–10 выше в 2,6 раза. Несмотря на это, никаких признаков угнетения роста или созревания тихоокеанских лососей или других видов nektona нами не отмечено. Это еще раз подтверждает значительную экологическую емкость северо-западной части Тихого океана для нагула тихоокеанских лососей и вселяет надежды на дальнейший рост их запасов. По крайней мере, до ожидаемого в районе 2020 г. восстановления высокого уровня численности сардины иваси.

Таблица 6
Биомасса (тыс. т), соотношение (%) и плотность распределения nektona (т/км²) в верхней эпипелагиали северо-западной части Тихого океана, 2.06–2.07.2009 г.

Table 6
Biomass (10³ mt), ratio (%), and density of distribution (mt/km²) of nekton in the upper pelagic layer of the North-West Pacific in the period from June 2 to July 2, 2009

Вид, группа	Стандартный расчет			Мезопелагические рыбы и кальмары для ночи*		
	Тыс. т	%**	Т/км ²	Тыс. т	%**	Т/км ²
Горбуша	720,43	47,5	0,69	720,43	33,8	0,69
Кета	143,46	9,5	0,14	143,46	6,7	0,14
Прочие лососи	28,33	1,9	0,03	28,33	1,3	0,03
Светлоперый стенобрах	62,90	4,2	0,06	205,03	9,6	0,20
Диаф-тета	23,27	1,5	0,02	62,02	2,9	0,06
Серебрянка	16,10	1,1	0,02	53,27	2,5	0,05
Прочие мезопелагические	220,38	14,5	0,21	620,19	29,1	0,59
Морской лещ	77,44	5,1	0,07	77,44	3,6	0,07
Прочие рыбы	223,13	14,7	0,21	223,13	10,5	0,21
Все рыбы	1515,44	100	1,45	2133,30	100	2,04
Кальмары	301,09		0,29	789,23		0,76
Весь nekton	1816,53		1,74	2922,53		2,80

* Для мезопелагического nektona, совершающего вертикальные миграции, использованы данные только ночных тралений.

** Процентные доли видов и групп рыб от общей ихтиомассы.

Заключение

При всей отмеченной межгодовой динамике сообщества nekтона верхней эпипелагиали СЗТО продолжают нормально функционировать, обеспечивая высокий уровень биологической и рыбопродуктивности как на месте, так и для сопредельных акваторий (за счет видов-мигрантов). Высокий уровень биомассы промысловых видов рыб, который в последние годы поддерживает эта акватория, прежде всего тихоокеанских лососей, сайры, леща, а также тихоокеанского кальмара требует продолжения ежегодного мониторинга рыбных сообществ северо-западной части Тихого океана и, возможно, даже расширения его программы на более глубокие слои океанической пелагиали.

Список литературы

- Василенко А.В., Павлычев В.П., Иванов А.Н.** Тенденции динамики численности и распределения рыб в эпипелагиали тихоокеанского субарктического фронта в летний период // Биол. моря. — 1997. — Т. 23, № 4. — С. 215–226.
- Волков А.Ф.** О методике взятия проб планктона // Изв. ТИНРО. — 1996. — Т. 119. — С. 306–311.
- Гаврилов Г.М., Глебов И.И.** Состав и структура нектонного сообщества и макропланктона в западной части Берингова моря в осенний период // Изв. ТИНРО. — 2002. — Т. 130. — С. 1027–1037.
- Глебов И.И., Куренкова Е.В., Дудков С.П.** Тихоокеанские лососи в нектонном сообществе северо-западной части Тихого океана в июне-июле 2008 г. // Бюл. № 3 реализации “Концепции дальневосточной бассейновой программы изучения тихоокеанских лососей”. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2008. — С. 55–62.
- Глебов И.И., Свиридов В.В., Очеретянный М.А. и др.** Характеристика нектонных и планктонных сообществ в верхней эпипелагиали западной части Берингова моря и океанических вод Камчатки летом 2003 г. // Изв. ТИНРО. — 2004. — Т. 139. — С. 43–60.
- Горбатенко К.М., Николаев А.В., Фигуркин А.Л., Ильинский Е.Н.** Количественный состав, распределение и питание крупных медуз (*Scyphozoa et Hydrozoa*) летом на западнокамчатском шельфе // Изв. ТИНРО. — 2009. — Т. 156. — С. 46–64.
- Ильинский Е.Н., Радченко В.И.** Распределение и миграции рыбы-лягушки в Беринговом море // Биол. моря. — 1992. — № 3–4. — С. 19–25.
- Истоки Ойясио** : монография / под ред. В.Р. Фукса и А.Н. Мичурина. — СПб. : СПбГУ, 1997. — 248 с.
- Мантейфель Б.П.** Вертикальные миграции морских организмов. I. Вертикальные миграции кормового зоопланктона // Тр. ИЭМЖ. — 1960. — Вып. 13. — С. 62–118.
- Мельников И.В.** Молодь южного однопёрого терпуга *Pleurogrammus azonus* в эпипелагиали глубоководных районов дальневосточных морей. I. Охотское море // Вопр. ихтиол. — 1996. — Т. 36, № 4. — С. 454–462.
- Мельников И.В., Ефимкин А.Я.** Молодь северного однопёрого терпуга *Pleurogrammus monopterygius* в эпипелагиали глубоководных районов северной части Тихого океана // Вопр. ихтиол. — 2003. — Т. 43, № 4. — С. 469–482.
- Надточий В.В.** Сезонная динамика планктона в зонах с различной термической структурой вод в районе южных Курильских островов // Биол. моря. — 2004. — Т. 30, № 4. — С. 255–262.
- Нектон северо-западной части Тихого океана. Таблицы численности, биомассы и соотношения видов** / под ред. В.П. Шунтова и Л.Н. Бочарова. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2005. — 544 с.
- Парин Н.В.** Ихтиофауна океанской эпипелагиали : монография. — М. : Наука, 1968. — 186 с.
- Радченко В.И.** Состав, структура и динамика нектонных сообществ эпипелагиали Берингова моря : автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Владивосток : ТИНРО, 1994. — 24 с.
- Радченко В.И., Мельников И.В., Волков А.Ф. и др.** Условия среды, состав планктона и nekтона эпипелагиали южной части Охотского моря и сопредельных океанских вод летом // Биол. моря. — 1997. — Т. 23, вып. 1. — С. 15–25.

Рогачев К.А., Шлык Н.В. Многолетние изменения вихря ветра и уровень моря в Камчатском течении // Океанол. — 2005. — Т. 45, № 3. — С. 339–348.

Чучукало В.И. Питание и пищевые отношения нектона и нектобентоса в дальневосточных морях : монография. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2006. — 484 с.

Чучукало В.И., Шебанова М.А., Дулепова Е.П. Трофический статус и степень изученности жизненного цикла наиболее массовых видов гидроидных и сцифоидных медуз дальневосточных морей // Изв. ТИНРО. — 2009. — Т. 156. — С. 65–81.

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

Шунтов В.П., Радченко В.И., Чучукало В.И. и др. Состав планктонных и нектонных сообществ верхней эпипелагиали сахалино-курильского региона в период анадромных миграций лососей // Биол. моря. — 1993. — № 4. — С. 32–43.

Brodeur R., McKinnell S., Nagasawa K. et al. Epipelagic nekton of the North Pacific Subarctic and Transition zones // Progress in Oceanography. — 1999. — Vol. 43, № 2–4. — P. 365–397.

Ishida Y., Ito S., Anma G. et al. Salmon stock assessment aboard the Japanese salmon research vessels in the North Pacific Ocean, 1996 : NPAFC Doc. 210. — National Research Institute of Far Seas Fisheries, Japan; Hokkaido University, Japan; Fisheries Research Institute, USA, 1996. — 28 p.

Lie H.-J., Endoh M. Seasonal and Interannual variability in temperature of the upper layer of the northwest Pacific, 1964–1984 // J. Phys. Oceanogr. — 1991. — Vol. 21. — P. 385–397.

Tsukamoto Y. Leptocephalus larvae of *Pterothrissus gissu* collected from the Kuroshio-Oyashio transition region of the western North Pacific, with comments on its metamorphosis // Ichthyol. Res. — 2002. — Vol. 49(3). — P. 267–269.

Поступила в редакцию 30.11.09 г.