

ИХТИОЦЕНЫ И ФИЗИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ВЕРХНЕЙ ЭПИПЕЛАГИАЛИ ШЕЛЬФА ЮГО-ВОСТОЧНОГО САХАЛИНА В ПЕРИОД ПОСЛЕ СКАТА МОЛОДИ ЛОСОСЕЙ

В. И. Радченко¹, Г. А. Кантаков¹, А. О. Шубин¹, Д. Ю. Стоминок¹,
Ю. В. Фефилов², Ю. А. Малахова³, М. Г. Долгих⁴

¹Сахалинский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (Южно-Сахалинск); ²Всероссийский научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт экономики, информации и автоматизированных систем управления рыбного хозяйства (Москва); ³Российский государственный гидрометеорологический университет (Санкт-Петербург); ⁴Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (Москва)

Горбуша *Oncorhynchus gorbuscha* в последние годы составляет один из основных ресурсов рыболовства в Сахалинской области. В 2001 г. ее вылов здесь составил 111,6 тыс. т, что превысило 36,3% общего вылова рыб и промысловых беспозвоночных в Сахалино-Курильском регионе. Неудивительно, что изучению биологии и динамики численности данного лосося постоянно уделяется приоритетное внимание. В то же время, при удовлетворительном знании общей схемы жизненного цикла горбуши до сих пор остается слабоизученным период ее откочевки от побережья в первые месяцы после ската в морскую среду.

Считается, что молодь сахалинской горбуши не задерживается на длительное время в эстуариях рек и на прибрежном мелководье, а уже в первые дни мигрирует на расстояние до 5–20 и более миль от берега (Шершнева и др., 1982; Иванков и др., 1999). В мае-июне она распределяется в широкой прибрежной полосе, обитая здесь в условиях открытого моря, т. е. биотопа, отличающегося стратификацией водной толщи, постоянными и периодически меняющимися течениями, выраженной динамичностью кормовой базы. Закономерности распространения молоди горбуши в южной части Охотского моря, участки формирования ею нагульных концентраций в летние месяцы остаются неизвестными. Перемещения молоди лососей, скатившейся из рек, прослежены только в узкой прибрежной полосе, в частности, в пределах заливов охотоморской стороны о. Итуруп (Каев, Чупахин, 2002). Данные о поимках ее в других районах фрагментарны и большей частью не опубликованы.

Между тем изучение раннего морского периода жизни горбуши в послед-

ние годы повсеместно приобрело приоритетное значение (Карпенко, 1998; Farley et al., 1999). Этому в немалой степени послужил прорыв в изучении морского периода жизни лососей в целом в начале 1990-х гг., осуществленный ТИНРО-Центром за счет внедрения в практику исследований выполнения крупномасштабных траловых съемок верхней эпипелагиали в пределах экономической зоны России в летний и осенний периоды (Шунтов и др., 1992). Была существенно уточнена схема и сроки миграций горбуши. Показана возможность получения количественных оценок ее обилия на различных этапах нагула в море и разработки на основе этих оценок точных оперативных прогнозов мощности и времени нерестовых подходов к конкретным районам дальневосточного побережья России (Шунтов, 1994; Шунтов и др., 1993). В результате этих работ было выяснено, что подростящая молодь горбуши появляется в глубоководной части Курильской котловины в третьей декаде июля — августе (Бирман, 1985; Шунтов, 1994). Таким образом, время ее нахождения в прибрежье или, по крайней мере, на островном шельфе должно составлять один-два месяца после ската, который происходит в мае-июне (Гриценко и др., 1987; Иванков и др., 1999). Более того, возникает необходимость уточнения темпов естественной смертности горбуши сразу после ската и в первые месяцы жизни в море. Оценки численности ее подростящей молоди в южной части Охотского моря осенью в последние годы оказывались немногим ниже общих оценок численности ската этого лосося из рек Сахалина и Курильских островов. Осенью 2001 г. экспедицией ТИНРО-Центра здесь было учтено 2,01 млрд. экз. молоди горбуши (Темных и др., 2002), при том что общая величина ее ската из рек бассейна Охотского моря в 1990-е гг. суммарно оценивалась в 2,63—5,08 млрд. шт. (Радченко, 2001). Сравнение этих величин опровергает представления об определяющей смертности большей части скатившейся молоди горбуши в первые дни после ската по причине перестройки осморегуляторной системы организма, пресса хищников и паразитов в эстуариях рек (Parker, 1965; Карпенко, 1998).

Изучение распределения молоди горбуши на шельфе о. Сахалин, в том числе роли в его формировании океанологических процессов и явлений, явилось одной из основных задач экспедиции НИС «Дмитрий Песков». С этой целью был предусмотрен сбор информации о составе планктонных и рыбных сообществ верхней эпипелагиали юго-западной части Охотского моря, распределении ряда параметров морской среды. Кроме того, планировалось оценить возможность получения количественных оценок численности молоди горбуши в море в первой половине лета, а также изучить степень перекрытия ее нагульного ареала с таковым молоди кеты *O. keta*, ежегодно массово (около 2 млрд. шт.) выпускаемой рыбопроизводными заводами Хоккайдо. Задачи океанографических исследований сводились к оценке норм температуры на стандартных разрезах м. Анива — м. Анастасии (залив Анива), м. Анива — море (юго-западная часть Охотского моря) для расчета отклонений температуры слоя 0—50 м от нормы, распределения геострофических высот, температуры, хлорофилла-«а», среднего размера и численности сестона в верхнем квазиоднородном слое на полигоне исследований. В настоящей работе излагаются первые результаты экспедиции, полученные в ходе комплексной съемки залива Анива и вод юго-восточного Сахалина в период 28.06—7.07.2002 г.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Район исследований включал в себя акватории юго-западной части Охотского моря между $45^{\circ}30'$ и $47^{\circ}32'$ с. ш., $142^{\circ}30'$ и $145^{\circ}37'$ в. д. (рис. 1). Выполнена подробная съемка залива Анива и северной части пролива Лаперуза (12 станций), а также 4 широтных разреза (4—6 комплексных станций в каждом) на шельфе и свале глубин Тонино-Анивского полуострова, включая западную периферию глубоководной Курильской котловины. Разрезы находятся на расстоянии около 20 морских миль друг от друга, а станции располагались таким образом, чтобы охватить все отделы шельфа с различной структурой вод. За пределами двухсотметровой изобаты, т. е. над верхней частью материкового склона (глубина места 206—3367 м) оказались расположены 17 станций. Еще 7 станций были выполнены над глубинами 100—200 м, 8 — в интервале глубин 50—100 м, а две станции в восточной части залива Анива оказались расположены на глубинах менее 50 метров (табл. 1).

Траловая съемка верхней эпипелагиали с борта НИС «Дмитрий Песков» проводилась в соответствии с методиками, ранее разработанными в ТИПРО-Центре (Шунтов и др., 1993). Траления в верхней эпипелагиали выполняли разноглубинным тралом 68/260 м с мелкочейной вставкой по всей длине (18 м) тралового мешка, которая должна была обеспечить уловистость мальков и личинок всех видов рыб. Вставка состояла из трех секций, сменяющих друг друга по направлению к концу тралового мешка: 9 м дели с ячейей 10 мм, 5 м

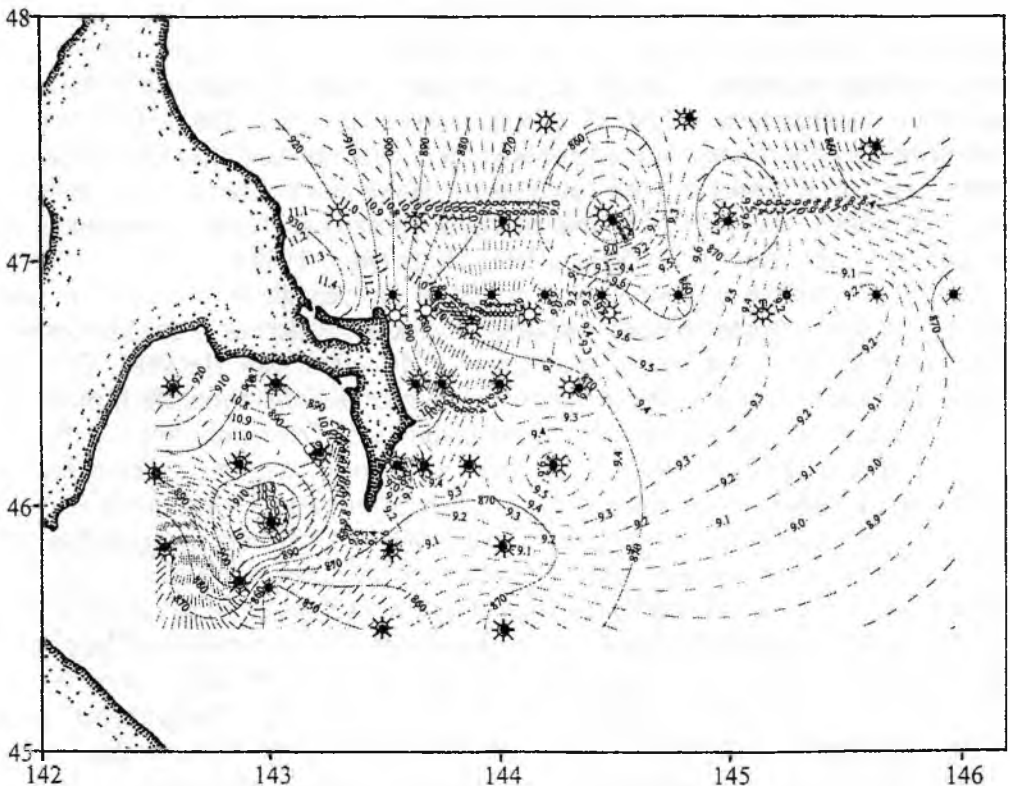


Рис. 1. Распределение температуры, °С (пунктир) на горизонте 5 м и динамических высот (дин. мм, сплошная линия, отсчетная поверхность 200 Db) по измерениям ICTD #1356, 28.06—6.07.2002 г. Звездочками обозначены места тралений.

Вылов (экз., из расчета на час траления) видов nekтона в ходе траловой съемки верхней эпипелагиали различных отделов шельфа и открытых вод Охотского моря у юго-восточного побережья о. Сахалин, 29.06–7.07.2002 г.

Виды рыб	Глубина места (м)				Всего
	до 50	50–100	100–200	>200	
<i>Lampetra japonica</i>	0	4	0	0	4
<i>Lamna ditropis</i>	1	0	2	2	5
<i>Clupea pallasii</i>	2	6	0	0	8
<i>Oncorhynchus gorbusha</i>	0	4	0	37	41
<i>Oncorhynchus gorbusha</i> , juv.	0	20	6	26	52
<i>Oncorhynchus keta</i>	0	0	0	2	2
<i>Oncorhynchus keta</i> , juv.	0	10	38	150	198
<i>Oncorhynchus kisutch</i> , juv.	0	0	0	2	2
<i>Oncorhynchus masou</i> , juv.	0	0	2	19	21
<i>Mallotus villosus</i>	15180	20278	1905	27	37310
<i>Mallotus villosus</i> , larvae	100	537	0	0	637
<i>Theragra chalcogramma</i>	0	0	0	2	2
<i>Th. chalcogramma</i> , 0+	0	14	3	48	65
<i>Gasterosteus aculeatus</i>	0	0	0	6	6
<i>Eleginus gracilis</i> , juv.	0	0	1	0	1
<i>Anarhichas orientalis</i>	0	2	0	2	4
<i>Anarhichas orientalis</i> , juv.	2	93	205	221	521
<i>Lumpenus maculatus</i>	224	40	200	0	464
<i>Pleurogrammus azonus</i>	52	262	998	2868	4206
<i>Hemilepidotus</i> sp., juv.	0	542	55	242	839
<i>Podothecus acipencerinus</i>	1	2	0	2	5
<i>Leuroglossus schmidti</i>	0	0	0	16666	16666
<i>Lipolagus okhotensis</i>	0	0	0	2	2
<i>Bothrocarina microcephala</i>	0	0	0	2	2
<i>Reinhardtius hippoglossoides</i>	0	2	0	0	2
<i>Hemitripterus villosus</i> , juv.	6	151	78	36	271
<i>Sebastes minor</i>	0	0	0	4	4
<i>Eumicrotremus orbis</i>	0	50	1321	114	1485
<i>Eumicrotremus pacificus</i>	2	2	0	0	4
<i>Gonatopsis borealis</i>	0	0	0	76	76
<i>Gonatopsis</i> «makko»	0	3	2	3	8
Количество тралений	2	8	7	17	34

дели с ячейей 6 м и 4 м — с ячейей 4 м. Эффективная работа мелкочечной вставки подтверждена уловами в заметных количествах (до нескольких килограммов) эвфаузиид и, штучно, крупных гиперид. К сожалению, канатный трал указанного типа оказался излишне тяжелым для буксировки в поверхностном слое с СТР-420, каковым является НИС «Дмитрий Песков». Несмотря на удачный выбор гидродинамического устройства (ГДУ, изготовлен из транспортной ленты длиной 8 м и шириной 60 см), использование V-образных траловых досок площадью 4 м², массой около 600 кг каждая, вести трал в поверхностном слое удавалось только за счет сокращения длины ваеров до

130–150 м. При этом расстояние от кормы судна до ГДУ, или верхней подборы, составляло около 250 м, что могло сказаться на уловистости трала по отношению к взрослым лососям и другим подвижным пелагическим рыбам.

Скорость буксировки трала составила 3,8–4,5, в среднем 4,1 узла. Вертикальное раскрытие устья трала во время работ – 27–28 м, горизонтальное – 40–44 м. При этом за 1 час при средней скорости траления облавливалась площадь около 0,32 км², процеживалось 0,0088 км³ воды. Траления в основном выполнялись в светлое время суток, с 8:05 до 20:00 поясного сахалинского времени. Лишь одно траление над глубоководной частью Курильской котловины было выполнено в ночное время (00:00–00:30) с целью проверки эффективности облова используемым тралом мелких мезопелагических рыб.

В качестве показателей обилия гидробионтов в основном использована величина их улова на 1 час траления, несмотря на то, что продолжительность тралений, начиная со станции № 9, была уменьшена с 1 часа до 30 минут. Биомасса и численность, приведенные для некоторых видов, рассчитаны методом площадей (Аксютин, 1968). В этих случаях для канатного трала использовали принятые ранее стандартные коэффициенты уловистости гидробионтов (Шунтов и др., 1993).

Для анализа океанологической ситуации дополнительно использовали материалы станций и стандартных океанологических разрезов согласно схеме, а также – выполненной накануне (19–26.06) океанологической съемки исследованного региона (табл. 2). STD-измерения проведены зондами ICTD #1356, BioSTD #1324В фирмы FSI либо до начала траления, либо сразу после него. Зонд ICTD #1356 оснащен системой пробоотбора воды Rossette, с помощью которой отбирались пробы для определения гидрохимических параметров, концентрации батометрического фитопланктона, хлорофилла-«а» и феофитина. Аномалии температуры и расходы течений рассчитаны по стандартным разрезам м. Анива – м. Анастасия, м. Анива – море и м. Докучаева – море на основании среднесезонных данных. Для сравнения карт распределений молоди лососевых с океанографическими и гидробиологическими параметрами

Таблица 2

Районы, срок выполнения съемок, структура океанографических данных, собранных в рейсах НИС «Дмитрий Песков» 19–26.06.2002 г., 28.06–6.07.2002 г.

Район	Сроки выполнения	Количество океанографических станций: ICTD ¹ , Bio-STD ²	Гидрохимические пробы*	Пробы зоопланктона: сеть Джели, сеть Nortrak NXX13 ²	Пробы фитопланктона: батометрические, сетевые ²
Залив Анива	20–21.06.02	24 ¹	67*	24 ¹	23 ¹ , 7 ²
Пролив Лаперуза	21–22.06.02	71 ¹	15*	7 ²	0
Разрез м. Анива – м. Докучаева	22–23.06.02	121 ¹	–	12 ¹	0
Юго-западная часть Охотского моря, залив Анива	28.06–7.07.02	37 ^{1, 2}	135**	37 ¹	0

Примечания: * – не вошли в настоящий анализ; ** – пробы на хлорофилл-«а» в слое 0–50 м, включая слой максимума хлорофилла в слое скачка.

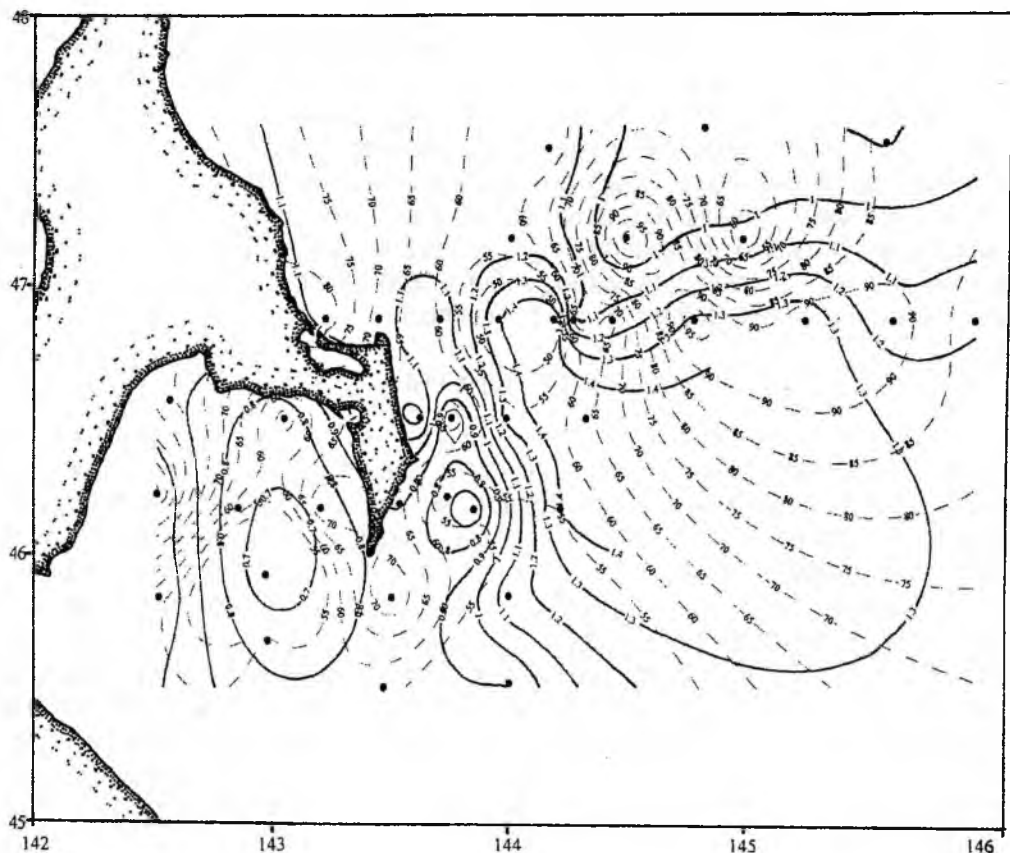


Рис. 2. Распределение хлорофилла-«а» (усл. ед., пунктир) и среднего размера сестона (мм, сплошная линия) в слое 0–30 м по измерениям ICTD #1356 и ТРАП-7, 28.06–6.07.2002 г.

построена карта распределения температуры на горизонте 5 м, динамических высот, численности (кол-во в литре) и среднего размера сестона (мм), хлорофилла-«а» в слое 0–30 м (рис. 1–2). Данные зондирований служили для расчета динамических высот, параметров термохалинной устойчивости, термической и соленостной составляющих параметра устойчивости, плотностного числа, частоты Вьясяля-Брента, потенциального вихря, аномалии динамической глубины и потенциальной энергии (Архипкин, 1992). Перечисленные термодинамические параметры слоя 0–50 м, включая средневзвешенные температуру и соленость, концентрацию хлорофилла-«а», использованы для кластеризации океанографических станций и, соответственно, океанографического районирования акватории съемки.

Карта геострофических течений построена на основе распределения динамических высот, отсчетная поверхность — 200 децибар. Каждое STD-зондирование сопровождалось тотальным ловом зоопланктона от 100 м (или от дна при меньшей глубине) до поверхности сетью Джели со скоростью подъема 1 м/с. Пробы фиксировались 4%-ным раствором формалина. Для расчета объема воды, профильтрованного сетью Джели, применен механический счетчик Rigosha#2430. Так как ко времени написания статьи экспедиция не завершена, для построения схем распределения хлорофилла-«а» использованы данные флуоресцентного датчика SeaTech и SeaPoint зондов ICTD #1356 и BioCTD #1324В соответ-

ственно. Для оценки размерного и количественного состава сестона применены данные оптического счетчика ТРАП-7, состыкованного с ICTD #1356 и работающего с частицами диаметром до 16 мм (Levashov, Zhavoronkov, 1995; Levashov et al., 1997, 1998). Поскольку в примененном датчике ТРАП-7 отсутствует алгоритм отделения живых организмов от остальных оптических мишеней, при проведении расчетов по оптическому счетчику условно предполагали, что учитываемая фракция сестона размером до 16 мм, в основном, представлена мезозоопланктоном. Позднее показания ТРАП-7 могут быть проверены путем сравнения с данными разбора проб, фиксированными из сетных обловов (в настоящей работе не представлены).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Анализ океанографических данных показал, что в заливе Анива, на юго-восточном шельфе и свале глубин значения температуры и солености в слое 0–50 м оказались близки к среднеголетним. Положительные значения аномалий температур не превышают среднеквадратичного отклонения (Частиков и др., 2002). Несколько выше нормы аномалии температуры только у о. Кунашир в слое 50–100 м (табл. 3). У полуострова Терпения в период проведения съемки отмечена область холода (рис. 3). Согласно спутниковым данным, эта область распространялась на весь северо-восточный шельф и свал глубин о. Сахалин, что, вероятно, связано с транзитом полей низких температур в результате окончившегося в июне таяния льдов. Таким образом, первый этап экспедиции в заливе Анива и у юго-восточного шельфа и свала глубин Сахалина протекал на фоне прогретого быстрее нормы (аномалии

Таблица 3

Аномалии параметров морской воды на разрезах м. Анива – м. Анастасии и м. Анива – м. Докучаева по слоям (в числителе) и среднеквадратическое отклонение (в знаменателе), вычисленные относительно среднеголетних значений

Параметр	Слой (м)								
	0–20	0–30	0–50	20–100	30–100	50–100	0–100	100–200	0–200
Разрез м. Анива – м. Анастасии, 21.06.2002									
Температура, °C	$\frac{+1,19}{1,58}$	$\frac{+1,28}{1,56}$	$\frac{+1,07}{1,46}$	$\frac{-0,30}{1,03}$	$\frac{+0,11}{0,95}$	$\frac{-0,18}{0,79}$	$\frac{+0,51}{1,15}$		
Соленость, S‰	$\frac{-0,05}{0,36}$	$\frac{-0,05}{0,35}$	$\frac{-0,04}{0,33}$	$\frac{-0,01}{0,29}$	$\frac{0,00}{0,28}$	$\frac{0,00}{0,27}$	$\frac{-0,02}{0,30}$		
Разрез м. Анива – море (станции 1–7), 22–23.06.2002									
Температура, °C	$\frac{+0,67}{1,51}$	$\frac{+0,91}{1,57}$	$\frac{+0,63}{1,43}$	$\frac{-0,02}{0,82}$	$\frac{-0,22}{0,70}$	$\frac{-0,40}{0,49}$	$\frac{+0,12}{0,96}$	$\frac{-0,65}{0,53}$	$\frac{-0,24}{0,76}$
Соленость, S‰	$\frac{-0,06}{0,27}$	$\frac{-0,09}{0,27}$	$\frac{-0,09}{0,26}$	$\frac{-0,08}{0,23}$	$\frac{-0,07}{0,22}$	$\frac{-0,06}{0,21}$	$\frac{-0,07}{0,24}$	$\frac{-0,10}{0,19}$	$\frac{-0,08}{0,22}$
Разрез море – м. Докучаева (станции 7–10), 23.06.2002									
Температура, °C	$\frac{+1,17}{1,94}$	$\frac{+1,42}{2,12}$	$\frac{+1,66}{2,24}$	$\frac{+2,11}{1,93}$	$\frac{+2,13}{1,85}$	$\frac{+2,18}{1,62}$	$\frac{+1,92}{1,93}$	$\frac{+0,86}{1,02}$	$\frac{+1,39}{1,48}$
Соленость, S‰	$\frac{0,20}{0,29}$	$\frac{0,16}{0,31}$	$\frac{0,14}{0,31}$	$\frac{0,15}{0,29}$	$\frac{0,16}{0,29}$	$\frac{0,17}{0,28}$	$\frac{0,16}{0,29}$	$\frac{-0,02}{0,20}$	$\frac{0,07}{0,24}$

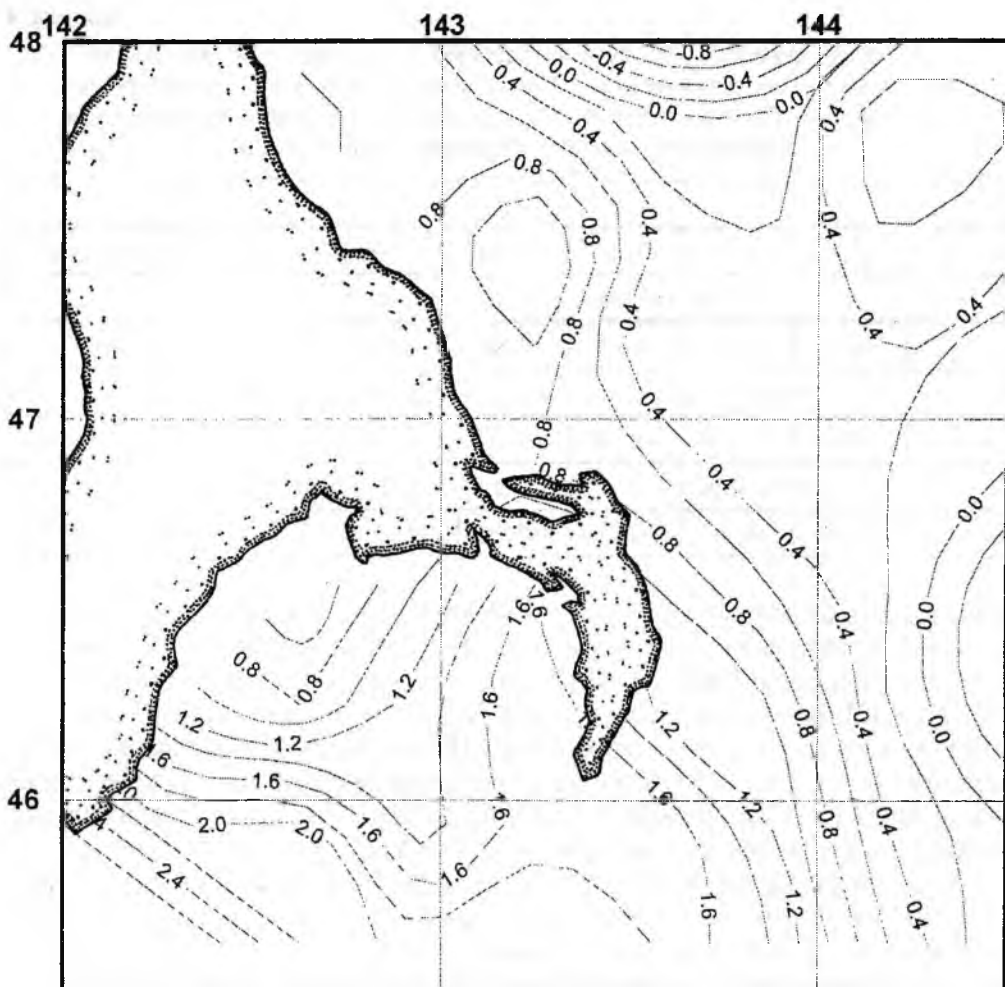


Рис. 3. Аномалии температуры, °С поверхности воды за 9.07.2002 г. в период проведения съемки на НИС «Дмитрий Песков». Данные Naval Research Laboratory (источник: <http://www7320.nrlssc.navy.mil/modas>).

лии температур до $+2^{\circ}\text{C}$) поверхностного слоя и средней температуры около нормы в слое 0–50 м (в рамках среднеквадратичного отклонения). Севернее, в том числе в заливе Терпения, температура на поверхности характеризовалась значениями ниже среднеголетних.

Результирующая переноса вод течениями на разрезе м. Анива – м. Докучаева в слое 0–200 м имела северное направление (табл. 4). Это свидетельствует о летнем усилении притока япономорских вод, в том числе с течением Соя, в юго-западную котловину Охотского моря. С другой стороны, преобладание северного переноса на разрезе м. Анива – м. Докучаева означает сезонное (летнее) ослабление переноса вод Восточно-Сахалинским течением. Распределение динамических образований на поверхности моря характеризовалось антициклоническим рингом в заливе Анива, дипольными вихрями на свале глубин северо-восточнее м. Свободный и слабовыраженным антициклоническим восточнее м. Евстафия (рис. 1, 4).

Наиболее крупный сестон отмечался в струе Восточно-Сахалинского те-

Аномалии переноса вод (Sv) на разрезах м. Анива — м. Анастасии и м. Анива — м. Докучаева послойно, вычисленные в геострофическом приближении (положительный поток направлен по нормали к разрезам в северном направлении, отрицательный — в южном)

Слой (м)								
0—20	0—30	0—50	20—100	30—100	50—100	0—100	100—200	0—200
Разрез м. Анива — м. Анастасии, 21.06.2002								
+0,051	+0,081	+0,125	+0,095	+0,062	+0,020	+0,145		
Разрез м. Анива — м. Докучаева (станции 1—5), 22.06.2002								
-0,060	-0,085	-0,130	-0,145	-0,112	-0,060	-0,190	-0,101	-0,291
Разрез м. Анива — м. Докучаева (станции 7—10), 23.06.2002								
+0,101	+0,146	+0,212	+0,233	+0,197	+0,129	+0,341	+0,033	+0,374

чения в присваловой области и имел тенденцию к увеличению среднего размера частиц с увеличением глубины (рис. 2). Уменьшение в надшельфовых и глубоководных планктонных сообществах, по сравнению с прибрежными, доли мелкой (<1,2 мм) относительно средней (1,2—3,3 мм) фракции зоопланктона, в целом, характерно для летнего сезона (Горбатенко, 1990). Распределение хлорофилла в слое 0—30 м характеризовалось максимумом в дивергенции потока Восточно-Сахалинского течения на свале глубин и минимальными значениями в антициклоническом ринге в заливе Анива (рис. 2).

На рис. 4 приведены результаты кластеризации 36 океанографических станций по средним в слое 0—50 м температуре, солености, параметру термохалинной устойчивости, термической и соленостной составляющим параметра устойчивости, плотностному числу, частоте Вьяйсяля-Брента, потенциальному вихрю, аномалии динамической глубины и потенциальной энергии, концентрации хлорофилла-«а», рН и показателя мутности. Отдельно кластеризовались воды шельфа и глубоководной котловины, границей которых служит внешний шельфовый фронт, впрочем, нечетко выраженный по распределению отдельных океанографических параметров. Еще два кластера составили станции, выполненные в районах расположения циклонических и антициклонических круговоротов (рис. 1, 4).

По данным проведенной траловой съемки, состав ихтиоцены и показатели обилия массовых видов нектона верхней эпипелагиали юго-западной части Охотского моря, в целом, оказались сходны зафиксированным для летнего сезона предыдущими исследованиями (Шунтов и др., 1993, 1994; Радченко и др., 1997). В прибрежных сообществах залива Анива доминировала мойва *Mallotus villosus*, составившая, за вычетом массы сельдевой акулы *Lamna ditropis*, 99,1% всего вылова (табл. 5). Уловы других видов рыб не превышали здесь 0,4 кг/час траления. Видовое разнообразие рыбного сообщества также оказалось минимальным. Уловы 2 тралений содержали 8 видов рыб — наименьшее количество по сравнению с другими отделами шельфа и за его пределами.

Над глубинами 50—100 м уловы мойвы несколько снижались (рис. 5), возможно, из-за ее обитания здесь в более глубоких, не обловленных в ходе съемки слоях. Доля мойвы в общем вылове составила 77,3%. На второе место

в составе ихтиоцена вышел южный одноперый терпуг *Pleurogrammus azonus*, впрочем, его частота встречаемости (50% случаев) и средний улов (32,8 экз., или 0,75 кг за час траления) оказались невысоки. Здесь же в уловах начинают встречаться лососи, суммарный улов которых составил 0,46 кг/час, в основном (91,5% вылова) за счет единично присутствующей в уловах взрослой горбуши. Молодь горбуши над этими глубинами встречена в восточной части залива Анива в двух уловах (8 и 12 шт./час), молодь кеты — в одном (10 шт./ час траления).

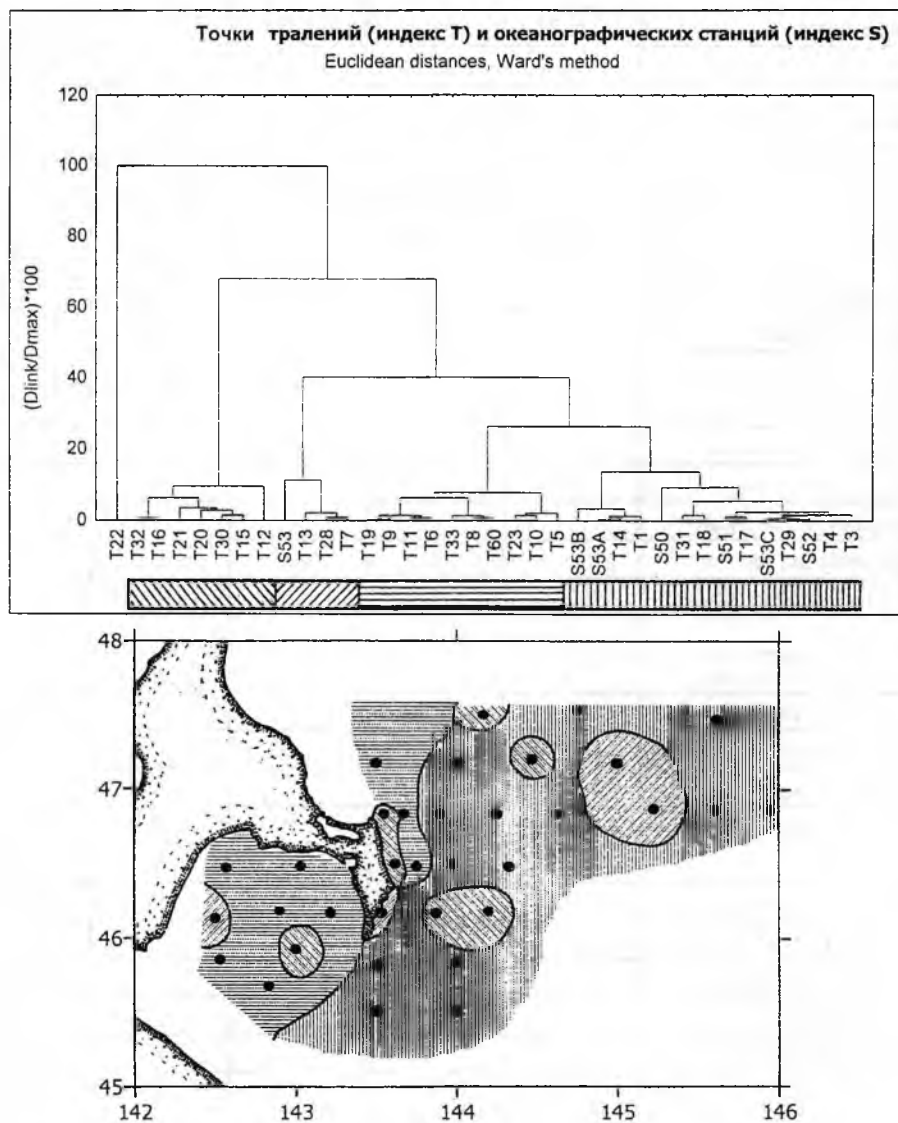


Рис. 4. Кластеризация 36 зондирований BioCTD # 1324B по средним в слое 0–50 м температуре, °С; солёности, ‰; параметру термохалинной устойчивости, $1e-8^*(1/м)$; термической и солёностной составляющим параметра устойчивости $1e-8^*(1/м)$; потенциальному вихрю, $1e-11^*м/с$; аномалии динамической глубины $м^2/с^2$; аномалии потенциальной энергии, $1e-5^*Дж/м^2$; концентрации хлорофилла-«а», мкг/л; рН; мутности, NTU, 28.06–7.07.2002 г. Ниже приведены области акватории юго-западной части Охотского моря, кластеризуемые отдельно.

Вылов (кг, из расчета на час траления) видов nekтона в ходе траловой съемки верхней эпипелагиали различных отделов шельфа и открытых вод Охотского моря у юго-восточного побережья о. Сахалин, 29.06—7.07.2002 г.

Виды рыб, в порядке убывания вылова	Глубина места (м)				Всего
	до 50	50—100	100—200	>200	
<i>Lamna ditropis</i>	135	0	340	370	845
<i>Leuroglossus schmidti</i>	0	0	0	200	200
<i>Mallotus villosus</i>	106,22	65,448	13,245	0,142	185,055
<i>Oncorhynchus gorbuscha</i>	0	3,346	0	48,984	52,33
<i>Pleurogrammus azonus</i>	0,7	6,018	10,21	34,082	51,01
<i>Gonatopsis «makko»*</i>	0	5	3,9	5,1	14
<i>Eumicrotremus orbis</i>	0	0,419	10,57	0,846	11,835
<i>Oncorhynchus keta</i> , juv.	0	0,18	0,529	5,085	5,794
<i>Oncorhynchus keta</i>	0	0	0	3,65	3,65
<i>Anarhichas orientalis</i> , juv.	0,032	0,593	1,347	1,554	3,526
<i>Anarhichas orientalis</i>	0	2,1	0	0,76	2,86
<i>Theragra chalcogramma</i>	0	0	0	2,6	2,6
<i>Gonatopsis borealis</i>	0	0	0	1,561	1,561
<i>Oncorhynchus masou</i> , juv.	0	0	0,054	0,957	1,011
<i>Mallotus villosus</i> , larvae	0,07	0,716	0	0	0,786
<i>Bothrocarina microcephala</i>	0	0	0	0,554	0,554
<i>Hemilepidotus</i> sp., juv.	0	0,313	0,06	0,138	0,511
<i>Hemitripterus villosus</i> , juv.	0,013	0,204	0,129	0,042	0,388
<i>Sebastes minor</i>	0	0	0	0,346	0,346
<i>Oncorhynchus gorbuscha</i> , juv.	0	0,132	0,047	0,14	0,319
<i>Oncorhynchus kisutch</i> , juv.	0	0	0	0,286	0,286
<i>Lumpenus maculatus</i>	0,077	0,018	0,095	0	0,19
<i>Lampetra japonica</i>	0	0,152	0	0	0,152
<i>Podothecus acipencerinus</i>	0,06	0,002	0	0,001	0,063
<i>Clupea pallasii</i>	0,01	0,038	0	0	0,048
<i>Eumicrotremus pacificus</i>	0,033	0,013	0	0	0,046
<i>Th. chalcogramma</i> , 0+	0	0,012	0,003	0,014	0,029
<i>Gasterosteus aculeatus</i>	0	0	0	0,026	0,026
<i>Lipolagus okhotensis</i>	0	0	0	0,008	0,008
<i>Reinhardtius hippoglossoides</i>	0	0,002	0	0	0,002
<i>Eleginus gracilis</i> , juv.	0	0	0,001	0	0,001
Суммарно	242,215	84,706	380,19	676,876	1383,987

Примечание: * — примерно восстановленная масса.

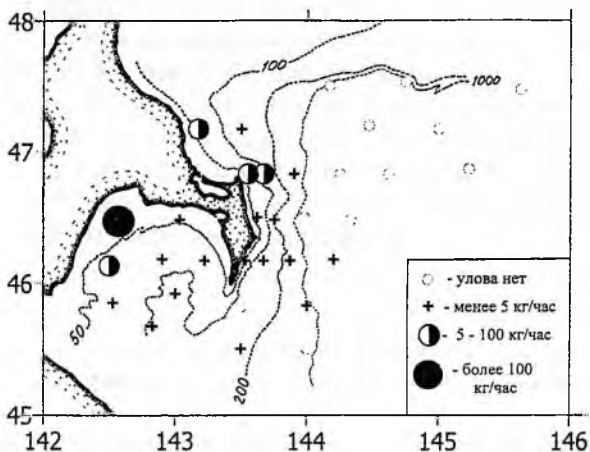


Рис. 5. Распределение уловов мойвы в юго-западной части Охотского моря, 28.06–7.07.2002 г.

Ранее отмечена приуроченность *E. orbis* в южной части Охотского моря к звуко-рассеивающим слоям (ЗРС), формируемым кормовыми планктонными организмами, совершающими суточные вертикальные миграции (Радченко, 1997). Их относительно массовое присутствие в период съемки 2002 г. в уловах в светлое время суток, вероятно, объясняется обитанием части эвфаузиид в поверхностных горизонтах, где они облавливались тралом совместно с рыбами. За пределами шельфа уловы круглופеров существенно снижались, возможно, из-за того, что траления, кроме одного, выполнялись только в светлое время суток. Именно по причине вертикальных миграций уловы *E. orbis* в заливе Анива постепенно уменьшались от утра к концу дня: в 8:45 — 751 шт./час, в 10:00 — 288, в 13:40 — 182, в 14:25 — 22, в 17:20 — 39, в 19:00–19:50 — 2–9 шт./час траления. Ожидаемое вечернее повышение уловов не было зафиксировано в связи с ранним окончанием траловых работ, в среднем за 2 часа до наступления сумерек и подъема ЗРС к поверхности (Радченко, 1997).

Молодь дальневосточной зубатки *Anarhichas orientalis* хотя и замыкает пятерку видов рыб по обилию в уловах в диапазоне 100–200 м (29,3 экз. и 0,19 кг/час), частота ее встречаемости единственно достигает 100% случаев. Нагул молоди зубатки в верхней эпипелагиали южной части Охотского моря — явление обычное (Чучукало и др., 1995). Отмечено, что питается зубатка, в основном, в светлое время суток крупными объектами, хорошо различимыми визуально: эвфаузидами, гипериидами, молодью получешуйного бычка (Чучукало и др., 1995; Радченко, 1997). Куда более неожиданной оказалась поимка в ходе съемки двух более крупных особей *A. orientalis* (длиной 39 и 56 см). В желудочно-кишечном тракте крупных особей зубатки в изобилии содержались крылоногие моллюски.

Заканчивая характеристику состава ихтиоцены верхней эпипелагиали над глубинами 100–200 м, заметим, что встречаемость лососей здесь была крайне невысокой. Взрослая горбуша не встречена. Средний улов сеголетков горбуши по сравнению с водами среднего шельфа (глубины 50–100 м) снизился почти втрое и оказался ниже (по массе) даже среднего улова молоди сими *O. tasi*. Несколько больше, чем над средним шельфом, учтено только молоди кеты (5,4 экз. и 0,08 кг/час).

Над внешней половиной шельфа над глубинами 100–200 м мойва продолжает доминировать в вылове (без учета сельдовой акулы), встречаясь здесь в 5 из 7 уловов (табл. 6). К группе видов, чьи уловы превышают 1 кг/час добавляется круглонер *Eumicrotremus orbis* (189 экз. и 1,51 кг/час, частота встречаемости — 71,4% случаев). В целом, неполовозрелые круглонеры в период нагула обычны в траловых уловах в верхней эпипелагиали Охотского моря (Мельников, 1995, на примере *E. soldatovi*).

За пределами шельфа мойва, доминирующая в шельфовых ихтиоценозах, также встречалась в 5 из 17 уловов, но здесь ее уловы не превышали 0,5 кг/час траления. Состав nekтона здесь оказался наиболее разнообразен (18 видов рыб и 2 вида кальмаров). Доминирующую по массе вылова группу составляли сельдевая акула, серебрянка *Leuroglossus schmidti* (из улова одного ночного траления), созревающая горбуша, молодь южного одноперого терпуга, кеты, зубатки. Крупные особи серебрянки (длина AD=12–15 см, 84,1% улова) имели гонады на III, III–IV стадиях зрелости. У самцов эта стадия характеризу-

Таблица 6

Частота встречаемости рыб и кальмаров в верхней эпипелагиали различных отделов шельфа и открытых вод Охотского моря у юго-восточного побережья о. Сахалин, 29.06–7.07.2002 г.

№ п/п.	Виды рыб	Глубина места (м)				Всего уловов
		до 50	50–100	100–200	>200	
1.	<i>Lampetra japonica</i>	0	2	0	0	2
2.	<i>Lamna ditropis</i>	1	0	1	0	2
3.	<i>Clupea pallasii</i>	1	2	0	0	3
4.	<i>Oncorhynchus gorbuscha</i>	0	2	0	4	6
	<i>O. gorbuscha</i> , juv.	0	2	2	3	7
5.	<i>O. keta</i>	0	0	0	1	1
	<i>O. keta</i> , juv.	0	1	3	11	15
6.	<i>O. kisutch</i> , juv.	0	0	0	1	1
7.	<i>O. masou</i> , juv.	0	0	0	5	5
8.	<i>Mallotus villosus</i>	2	7	5	5	19
	<i>M. villosus</i> , larvae	1	3	0	0	4
9.	<i>Theragra chalcogramma</i>	0	0	0	1	1
	<i>Th. chalcogramma</i> , 0+	0	4	2	3	4
10.	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	0	0	0	3	3
11.	<i>Eleginus gracilis</i> , juv.	0	0	1	0	1
12.	<i>Anarhichas orientalis</i>	0	1	0	1	2
	<i>A. orientalis</i> , juv.	1	7	7	14	29
13.	<i>Lumpenus maculatus</i>	1	1	1	0	3
14.	<i>Pleurogrammus azonus</i>	1	4	5	14	24
15.	<i>Hemilepidotus</i> sp., juv.	0	5	5	11	21
16.	<i>Podothecus acipencerinus</i>	1	1	0	1	3
17.	<i>Leuroglossus schmidti</i>	0	0	0	1	1
18.	<i>Lipolagus okhotensis</i>	0	0	0	1	1
19.	<i>Bothrocarina microcephala</i>	0	0	0	1	1
20.	<i>Reinhardtius hippoglossoides</i> , juv.	0	1	0	0	1
21.	<i>Hemirhamphus villosus</i> , juv.	2	6	6	3	17
22.	<i>Sebastes minor</i>	0	0	0	1	1
23.	<i>Eumicrotremus orbis</i>	0	3	5	13	21
24.	<i>E. pacificus</i>	1	1	0	0	2
25.	<i>Gonatopsis borealis</i>	0	0	0	5	5
26.	<i>Gonatopsis</i> «макко»	0	2	2	2	6
	Количество тралений	2	8	7	17	34

валась постепенной сменой цвета гонады к молочно-белому, начиная от срединного кровеносного сосуда, приобретением дольчатой структуры и рыхлой консистенции. У самок отчетливо различимы ооциты, по-видимому, позднего протоплазматического и трофоплазматического роста: клетки частично уже становились прозрачными, но их размеры оставались неодинаковыми.

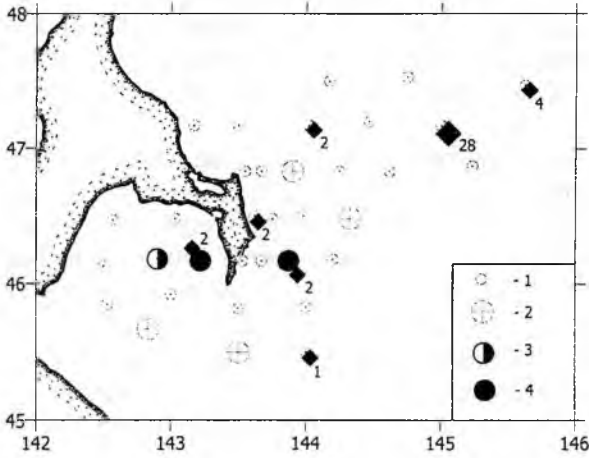


Рис. 6. Распределение уловов горбуши в юго-западной части Охотского моря, 28.06–7.07.2002 г.: 1 – улова молоди нет; 2 – 1–5; 3 – 6–10; 4 – более 10 экз./час траления. Ромбами обозначены места поимок (с указанием количества, экз./час) созревающей горбуши.

самок — 45,58 см, самцов — 50,2 см, масса тела — 1315 и 2043 г соответственно). Как правило, это служит показателем невысокой общей численности преднерестовых подходов (Радченко, 2001), что соответствует прогнозам вылова горбуши у побережья Сахалина на 2002 г.

Молодь горбуши над большими глубинами представлена тремя уловами: одним максимальным за весь период съемки (22 шт./час траления) и двумя штучными. Максимальный улов зафиксирован на станции, пришедшейся на внешнюю часть фронтальной зоны, формирующейся при взаимодействии вод шельфа и глубоководной части моря. Средняя длина молоди горбуши составила здесь 8,41 см, в заливе Анива — 8,88–8,92 см, а на самых южных станциях съемки — 10,38 см. Согласно поимкам молоди горбуши в августе, при длине тела 10–12 см она начинает мигрировать в открытую часть Охотского моря (Шунтов, 1994). В прибрежье, где скопления сеголетков пополняются все новыми и новыми покатниками, размеры молоди лососей всегда меньше. Поэтому направление увеличения средней длины тела молоди горбуши можно условно считать направлением ее миграции.

Уловы молоди кеты в целом оказались более высокими, чем молоди горбуши (общий вылов 198 шт. против 52 шт.). Также заметно крупнее ее размеры в уловах: длина от 8 до 20 см, средняя 14,92 см, масса от 3 до 70 г, средняя 32 г. По-видимому, нами была обловлена молодь кеты искусственного воспроизводства, выпущенная подрошенной с заводов Хоккайдо и, в меньшей степени, Сахалина. Во всяком случае, молодь естественного ската даже в конце июля отличается меньшими размерами: в среднем 8,39 см (Иванков и др., 1999). В одном из уловов совместно с японской миногой *Lethenteron japonicus* выловле-

Уловы горбуши зафиксированы здесь на концевых станциях наиболее северных разрезов (рис. 6). Это обстоятельство, наряду с невысокой зрелостью производителей (средний ГСИ самок составил 4,61%, самцов — 3,25%), позволяет условно отнести их к авангарду подхода горбуши «океанской» группировки к побережью Сахалина. Неожиданным оказался половой состав уловов (75% самок из 16 выловленных здесь рыб), что может быть объяснено только случайностью выборки. Обращают на себя внимание высокие размерные показатели мигрирующей горбуши (длина АС

на особь молоди кеты с перфорированной стенкой брюшной полости. Таким образом, миноги способны наносить урон молоди лососей не только в эстуариях рек и в прибрежье (Beamish, Neville, 1995), но и во время совместных миграций в глубоководной части Охотского моря.

Единичная поимка кижуча *O. kisutch* текущего года ската (24,5 см, 143 г) над свалом глубин юго-восточного Сахалина является одной из наиболее ранних, зафиксированных в литературе. В августе скатившаяся молодь кижуча распределяется в водах залива Терпения и прилегающей к нему акватории, а позднее — мигрирует в восточную часть моря и Тихий океан (Radchenko, Glebov, 2000).

В числе других видов рыб следует отметить поимку над внешним шельфом залива Анива (глубина 138—173 м) сеголетка наваги *Eleginus gracilis*. Таким образом, навага также может быть включена в число придонных видов рыб, чья молодь на первом году жизни может выноситься течениями в открытые районы моря. Наряду с молодью минтая *Theragra chalcogramma*, получешуйного бычка *Hemilepidotus sp.*, рогатки *Hemitripterus villosus*, молодь наваги участвует здесь в формировании мальково-личиночного комплекса верхней эпипелагиали и кормовой базы для хищных видов рыб. Молодь получешуйного бычка была весьма массовой в наших уловах, заняв пятое место по численности выловленных экземпляров (табл. 1).

Сельдевая акула *L. ditropis* заметно опередила другие виды рыб по общей массе вылова. Ее уловы отмечены в устьевой части залива Лососей, внешнем шельфе залива Анива и свале глубин залива Терпения. Считалось, что сельдевая акула в летние месяцы может сопровождать мигрирующие скопления лососей, удерживаясь в задней части их миграционного потока. Такое пищевое поведение *L. ditropis* определяло ее повышенные уловы при выполнении тралений в прибрежье основных нерестовых районов горбуши в Охотском море на завершающих этапах хода лососей (Радченко и др., 1997). В 2002 г. часть акул мигрировала в прибрежье заранее, накануне появления здесь лососей, или же сопровождала немногочисленные у берегов Сахалина скопления горбуши «япономорской» группировки. Одна из вскрытых акул содержала в желудке лосося, другая (из залива Лососей) — 7 экз. круглопера, все рыбы — на IV^a—IV^b стадиях переваривания (Чучукало, Напазаков, 1999). Так как индексы обилия круглопера в траловых уловах уменьшались с продвижением вглубь залива Анива, а его максимальные концентрации отмечены на внешнем шельфе, резонно предположить, что акула накануне поимки двигалась от свала глубин к берегу.

Коротко охарактеризуем наиболее характерные виды рыб в наших уловах. Так, длина мойвы изменялась от 5 до 15 см, при этом средняя длина в массовых уловах в заливе Анива (11,11 см) была заметно выше, чем у юго-восточного Сахалина (9,34 см). Подобное может быть связано с более ранними сроками нереста мойвы в заливе Анива, температурный режим которого в большей степени находится под обогревающим воздействием течения Соя. В промер во всех случаях не отбирали «стекловидных» мальков мойвы длиной менее 7,5 см. Массовый нерест мойвы у побережья Сахалина происходит в мае — начале июня. Соответственно, в наших уловах встречались, в основном, рыбы в возрасте 1+—3+ с преобладанием двухгодовиков от нереста 2000 г. с модальной длиной тела 10—12 см. Большинство этих рыб созреет в следующем году и будет формировать основу преднерестовых подходов мойвы к побережью. По данным 8 тралений, биомасса мойвы в верхней эпипелагиали залива Анива может

быть оценена в 6,4 тыс. т (при коэффициенте уловистости трала 0,1) и, несомненно, сильно занижена из-за особенностей вертикального распределения данного вида. Несмотря на это, она существенно выше прогноза вылова в восточно-сахалинской подзоне Охотского моря в целом (1,2 тыс. т на 2003 г.) и должна послужить для его корректировки.

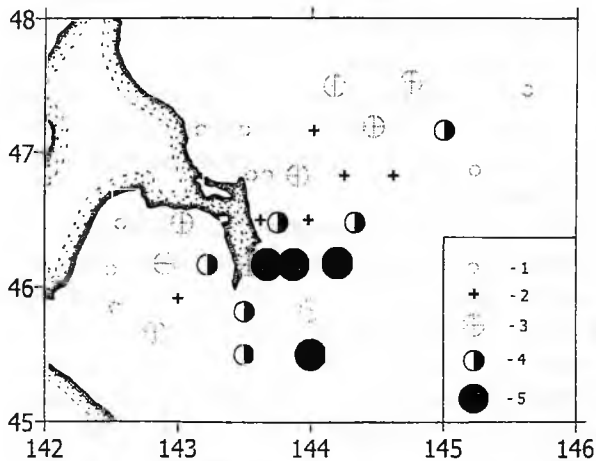


Рис. 7а. Распределение (А) уловов молоди южного одноперого терпуга в юго-западной части Охотского моря, 28.06–7.07.2002 г.: 1 – улова нет; 2 – 1–10; 3 – 11–50; 4 – 51–250; 5 – более 250 экз./час траления.

Уловы молоди южного одноперого терпуга, в отличие от мойвы, постепенно увеличиваются по мере удаления от берега от 0,35 кг/час траления в диапазоне глубин 0–50 м до 2,0 кг за пределами шельфа. Основные ее уловы приурочены к зоне антициклонического вихря, пересекаемой наиболее южным разрезом (от горы Сладкая) у юго-восточного побережья Сахалина (рис. 7а). Средняя длина молоди терпуга также увеличивается по направлению от берега: от 10,62 см в заливе Анива до 13,13 см на мористых станциях разрезов. Анализ кривых частотного распределения возрастных групп над шельфом и за его пределами создает иллюзию присутствия в уловах разновозрастных рыб (рис. 7б). На самом же деле все выловленные рыбы являются сеголетками, достигающими к концу первого года нагула в пелагиали длины более 20 см (Мельников, 1996). А наблюдающийся феномен многовершинности синтетической размерной кривой объясняется присутствием здесь в уловах рыб различных районов происхождения, в частности, более крупной молоди терпуга от нереста у япономор-

Уловы молоди южного одноперого терпуга, в отличие от мойвы, постепенно увеличиваются по мере удаления от берега от 0,35 кг/час траления в диапазоне глубин 0–50 м до 2,0 кг за пределами шельфа. Основные ее уловы приурочены к зоне антициклонического вихря, пересекаемой наиболее южным разрезом (от горы Сладкая) у юго-восточного побережья Сахалина (рис. 7а). Средняя длина молоди терпуга также увеличивается по направлению от берега: от 10,62 см в заливе Анива до 13,13 см на мористых станциях разрезов. Анализ кривых частотного распределения возрастных групп над шельфом и за его пределами создает иллюзию присутствия в уловах разновозрастных рыб (рис. 7б). На самом же деле все выловленные рыбы являются сеголетками, достигающими к концу первого года нагула в пелагиали длины более 20 см (Мельников, 1996). А наблюдающийся феномен многовершинности синтетической размерной кривой объясняется присутствием здесь в уловах рыб различных районов происхождения, в частности, более крупной молоди терпуга от нереста у япономор-

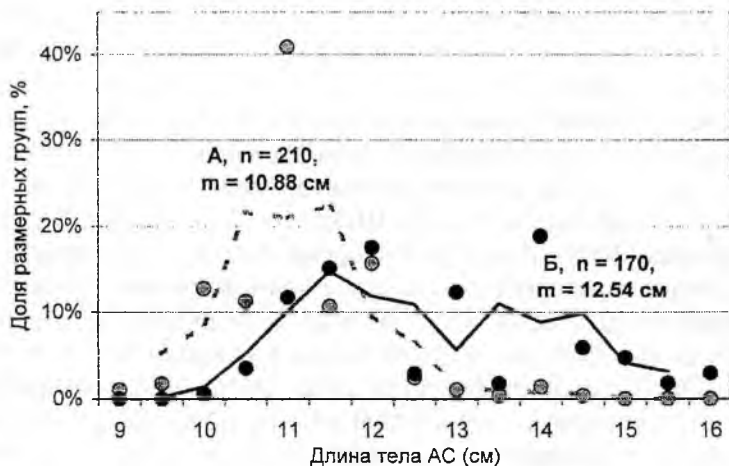


Рис. 7б. Длина тела АС южного одноперого терпуга из уловов над шельфом (станции 11 и 14, А) и за его пределами (станции 17 и 28, Б), 1–5.07.2002 г. Приведены скользящие средние (по трем точкам).

ского побережья Хоккайдо, проникающей в район съемки с водами течения Соя (Мельников, 1996). По-видимому, также играет роль общая тенденция к выходу молодежи с ростом во все более удаленные районы. Схема пространственного распределения молодежи терпуга в рейсе НИС «Дмитрий Песков» оказалась близка таковой, приведенной Мельниковым (1996) для июля—августа 1992 г. Для таких ситуаций характерно, что молодежь терпуга «в основном нагуливается в пределах макроциркуляционной системы в юго-западной части Охотского моря» (Морошкин, 1966; Маркина, Чернявский, 1984; цит. по: Мельников, 1996). Это косвенно подтверждает зафиксированное инструментально развитие сезонных процессов в верхней эпипелагиали юго-западной части Охотского моря по классическому типу с сезонным усилением транспорта Соя и ослаблением Восточно-Сахалинского течения.

По-видимому, свал глубин у восточного Сахалина является одним из мест нереста массовых видов кальмаров-гонатид. В ходе экспедиции выловлено (из расчета на час траления) 8 экз. кальмаров с длиной мантии от 35 до 43 см, массой 1,7—1,95 кг, описанных Okutani и Nemoto (Несис, 1982) как *Gonatopsis takko*. Точность измерений в этом случае оставляет желать лучшего, так как сильно обводненная мантия кальмаров в большинстве случаев в трале разрушалась. Впоследствии было выяснено, что описанные особи представляют собой взрослых особей кальмаров-гонатид, в Охотском море — рода *Gonatopsis* (Несис, 1989). Возможно, эти кальмары, тело которых претерпело посленерестовые изменения, уже не могут активно двигаться и питаться, а их распределение может характеризовать направление и интенсивность переноса поверхностных вод. Во всяком случае, 4 из 6 мест поимки оказались расположены в зоне внешнего шельфового фронта, 1 — в зоне антициклонического круговорота, еще один кальмар оказался заброшен потоком вод в мелководную западную часть залива Анива.

ОБСУЖДЕНИЕ

С точки зрения биогеографии район работ экспедиции НИС «Дмитрий Песков» 28.06—7.07.2002 г. расположен в японской низкобореальной провинции Тихоокеанской бореальной пелагической подобласти и на границе с охотоморской частью Алеутско-Камчатской высокобореальной провинции (Шунтов, 1985). Океанографические условия этого приграничного района, вследствие преобладания адвективной составляющей в уравнении баланса тепла деятельного слоя моря субарктических акваторий (Леонов, 1960), определяются действием течений, среди которых основными являются Восточно-Сахалинское, Западно-Сахалинское (Кантаков, Шевченко, 2001), Соя (Tanaka, Nakata 2000; Itoh, Ohshima, 2000). Заток япономорских вод в юго-западную котловину Охотского моря определяет поступление соли, управляя процессами смешения охотоморских и япономорских водных масс при образовании течения Ойясио (Talley et al., 1995; Kono, 1996; Kono, Kawasaki, 1997a, b; Watanabe, Wakatsuchi, 1998). С океанографической точки зрения район характеризуется не только переносом водных масс Восточно-Сахалинским течением, но также и смешением вод в глубоководной части Охотского моря и, в меньшей степени, на шельфе и свале глубин юго-восточного Сахалина, в проливе Лаперуза.

Заток япономорских вод в юго-западную котловину Охотского моря через пролив Лаперуза большинство исследователей определяет как течение Соя

(Aota, 1975; Takizawa, 1982; Danchenkov et al., 1999). В то же время новые данные по инструментальным измерениям течений в районе пролива Лаперуза позволяют утверждать о существовании, по крайней мере, трех составляющих этого переноса. Это собственно течение Соя, поток Западно-Сахалинского течения, а также адвекция вод промежуточного слоя, подстилающих верхний квазиоднородный слой, которые в летний период фиксируются на шельфе юго-западного Сахалина и о. Монерон (Кантаков, Шевченко, 2001). Некоторые авторы выделяют в общей схеме переноса вод Крильонское течение, напротив, переносящее охотоморские воды в Японское море (Danchenkov et al., 1999). Последнее не подтверждается нашими данными как постоянное явление, а характеризуется редкими, «залповыми» выбросами охотоморских вод в зимний период в условиях сезонного равенства уровня Охотского и Японского морей (Bragina, Shevchenko, 2001).

Среди других океанографических особенностей исследуемого района отметим наличие апвеллинга в проливе Лаперуза (Kantakov, Samatov, 1996), квазистационарного антициклонического ринга в заливе Анива (Budaeva, Makarov, 1996; Пищальник, Архипкин, 1999), вихрей различного вращения на свале глубин Тонино-Анивского полуострова и юго-западной абиссальной котловине Охотского моря. Антициклонические ринги в юго-западной части Охотского моря приводят к созданию благоприятных условий для накопления планктонов (Bragina, 1999).

Важным моментом оценки океанографических условий при проведении исследований ската молоди лососевых является учет сезонности транзита вод течениями исследуемого района. Так, на май-июнь приходится годовой минимум переноса Восточно-Сахалинского течения, т. е. скат молоди горбуши из рек в юго-западной части Охотского моря происходит в условиях его сезонной релаксации. В то же время перенос япономорских вод к началу июля еще не достигает своего сезонного пика (Itoh, Ohshima, 2000), но имеет тенденцию к усилению. В планктоне завершается весенняя вспышка фитопланктона, что по установленной схеме причинно-следственных связей приводит к бурному развитию мелких форм зоопланктона, в частности, копепод (Runge, Ingram, 1999; Saitho et al., 2001).

Результаты проведенной съемки в целом подтвердили представления о ранней откочевке молоди горбуши из побережья о. Сахалин (Шершнева и др., 1982; Иванков и др., 1999), а также о том, что океанологические условия оказывают существенное влияние на сроки и направление ее миграции (Бирман, 1985; Шунтов, 1994). Уловы мальков горбуши пришлись на зону внешнего шельфового фронта, периферию антициклонических круговоротов и конвергентных потоков, направленных из залива Анива и вдоль свала глубин (рис. 7). Вероятно, молодь горбуши, мигрируя от берега, концентрируется вблизи элементов структуры вод, обеспечивающих накопление пассивной субстанции, в том числе и кормового зоопланктона. Вдоль шельфовых фронтов вместе с направленными к югу потоками она достигает фронта течения Соя, вдоль которого мигрирует к востоку, таким образом, не удаляясь далеко от шельфа. Поэтому молодь горбуши до третьей декады июля не встречена в водах глубоководной Курильской котловины (Шунтов, 1994), не считая улова в рассматриваемой экспедиции. Возможно, мнение Чупахина (1973) о том, что мальки южнокурильской горбуши в побережье живут дольше, чем в других районах, также связано с миграцией и накоплением молоди от побережья

Сахалина. Во всяком случае, концентрации молоди горбуши вблизи южных Курильских островов и проливов отмечаются в течение всего первого года их нагула в Охотском море (см. схемы из: Шунтов, 1994).

Количественных оценок молоди горбуши для первой половины лета в данной экспедиции получить не удалось. Шунтов (1994) предполагал, что подобная задача вряд ли выполнима, так как скат горбуши достаточно растянут по времени из-за наличия локальных группировок и сезонных рас (Гриценко и др., 1987). В то время как ранее скатившаяся молодь уже мигрирует на внешний шельф, часть мальков еще находится в реках. Но основная причина неудачи данной экспедиции в другом. Похоже, что молодь горбуши в первые месяцы нагула в море держится в наиболее поверхностном слое. По наблюдениям Каева и Чупахина (2002), стайки мальков горбуши в прибрежье (на расстоянии в 1–2 км от берега) хорошо заметны с мотобота, в том числе по ряби на воде, возникающей при приближении к ним. Если приповерхностное обитание молоди сохраняется и по мере дальнейшей миграции над шельфом, то полоса их облова тралом сильно сужается. Мальков горбуши будет облавливать только часть трала, непосредственно оснащенная ГДУ, идущим по поверхности (<8 м, так как при выполнении траления центральная часть ГДУ заметно прогибается). Сужение полосы облова позволяет молоди легче уходить из нее. Способность же молоди горбуши к активному выходу из зоны облова показывает тот факт, что из 29 фактически выловленных экземпляров лишь 2 экз. были обнаружены в траловом мешке, а остальные извлечены из ячей сетной части трала. Кроме того, отрицательное воздействие на уловистость молоди горбуши оказывает траловый мешок, оснащенный мелкоячейной вставкой. Вставка создает некоторый подпор воды перед устьем тралового мешка, облегчающий выход мелких рыб через ячейку сетного полотна. Но, видимо, определяющий характер имеют все же поведенческие реакции горбуши, а не технические детали. При подобной оснастке трала лучше облавливаются не только более крупная молодь кеты, но и практически одинаковая по размерам молодь нерки. Так, в ходе съемки залива Бристоль в июле 1999 г. было выловлено 2259 экз. молоди нерки длиной 8,6–14,7 см, а молодь горбуши не была встречена (Farley et al., 1999). Позднее, в сентябре, выловлено 16 экз. сеголетков горбуши и 4568 экз. молоди нерки. Возможно, для оценки численности молоди горбуши в начале лета потребуются применение комбинированных орудий лова: например, разноглубинного трала для выявления общей площади ее распределения и поиска концентраций, а также кошелькового невода (Карпенко, 1998) для количественного учета.

В целом же использованный разноглубинный канатный трал 68/260 м работал эффективно, что показала его проверка при облове в ночное время мезопелагической серебрянки. Полученная с его помощью оценка плотности распределения серебрянки в верхней эпипелагиали ($6,25 \text{ т/км}^2$) значительно превышает средние оценки для южной части Охотского моря в 1991 и 1993 гг. ($0,07$ и $0,71 \text{ т/км}^2$ соответственно), полученные экспедициями ТИНРО-Центра (Шунтов и др., 1994).

Что касается состава рыбных сообществ и характеристик обилия nekтона, зафиксированные съемкой результаты оказались вполне ожидаемы. Верхний слой эпипелагиали в юго-западной части Охотского моря слабо населен рыбами и кальмарами в светлое время суток. Плотность распределения ихтиомассы изменялась здесь в пределах $0,001$ – $4,74 \text{ т/км}^2$, за исключением ночного траления, средняя составила $0,60 \text{ т/км}^2$. Показатели обилия рыб в этом слое существенно

возрастут позднее, в конце июля — начале августа, в ходе миграции сюда созревающих горбуши и кеты и сезонных нагульных миграций рыб субтропического комплекса, среди которых наиболее массовым в последние годы является японский анчоус (Беляев, Ворошилов, 1991). В наших уловах японский анчоус встречен только на одной станции в районе свала глубин в количестве нескольких сотен экз. В отсутствие упомянутых видов в эпипелагиали открытых вод доминирует молодь южного одноперого терпуга, на внешнем шельфе — молодь зубатки и круглоперов, на внутреннем и среднем — мойва.

В составе наших уловов сложно выделить виды-индикаторы, которые свидетельствовали бы о выраженных температурных или иных аномалиях на исследованной акватории в конце июня — начале июля. Можно только отметить, что, несмотря на слабые положительные аномалии температуры поверхности моря, не отмечалось продвижения к северу видов тропического комплекса, как в августе 1994 г. Скорее, напротив, в уловах встречена молодь кальмара *Gonatopsis borealis*, обычно распределяющегося летом несколько севернее (Радченко и др., 1997).

Высокая встречаемость молоди *Hemilepidotus sp.* в южной части Охотского моря в 1993 г. в противовес 1991 г., когда данный вид не был отмечен, связывалась с пониженным температурным фоном и сезонными особенностями переноса вод (Шунтов и др., 1994). В 2002 г. ее широкое распределение происходило на фоне повышенного теплосодержания поверхностного слоя моря и схемы течений, близкой к традиционным представлениям. Вероятно, повышение встречаемости и уловов молоди получешуйного бычка связано, в первую очередь, в повышением его численности и успешным воспроизводством у берегов Сахалина. То же можно сказать и о рогатке *H. villosus*, ранее не отмечавшейся в верхней эпипелагиали юго-западной части Охотского моря в столь заметных количествах. Напротив, ни в одном из уловов съемки не была встречена песчанка *Ammodytes hexapterus*. Взрослые особи песчанки обычно встречаются в эпипелагиали в период нагула в заливе Анива и у восточного побережья Сахалина, особенно в светлое время суток (Мельников, Худя, 1998). Ее молодь в 1994 г. традиционно выносилась течениями в открытые воды Курильской котловины (Радченко, 1997). Отсутствие выноса молоди в настоящее время свидетельствует о низкой численности и интенсивности воспроизводства популяций песчанки в рассматриваемом районе.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Экспедиция НИС «Дмитрий Песков» позволила получить данные об условиях среды и рыбного сообщества эпипелагиали юго-западной части Охотского моря в период, ранее практически не охватывавшийся комплексными съемками ТИПРО-Центра. Кроме того, наблюдения произведены согласно более плотной сетке станций, что позволило выявить некоторые новые детали распределения и миграций молоди горбуши, кеты, южного одноперого терпуга. В конце июня — начале июля ихтиоцен верхней эпипелагиали существенно обеднен. В его составе доминируют виды, обычные по частоте встречаемости, но в более поздний сезон занимающие места во второй десятке (Шунтов и др., 1993, 1994; Радченко и др., 1997).

Молодь горбуши, в соответствии с ранее высказываемыми предположениями, довольно быстро покидает прибрежную зону о. Сахалин, но не отходит

сразу в воды глубоководных котловин (Иванков и др., 1999). По-видимому, она концентрируется в зоне внешнего шельфового фронта, смещаясь вдоль него к югу, до фронтальной зоны течения Соя, и отсюда мигрирует на восток, северо-восток по мере роста. Зависимость скорости и направления миграции молоди горбуши в первые месяцы в море от океанологических условий, в том числе от горизонтального распределения водных масс и фронтальных зон, подразумевает их высокую межгодовую изменчивость. Это обстоятельство может заметно влиять на темп роста и выживаемость горбуши в этот период. Поэтому ранний морской период жизни молоди горбуши требует дальнейшего продолжения исследований.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы благодарят Б. К. Трескина, капитана НИС «Дмитрий Песков», и весь экипаж за неоценимую помощь в период проведения экспедиции, а также О. С. Темных, зав. лабораторией прикладной биоценологии ТИНРО-Центра, за полезные советы при подготовке рукописи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аксютин З. М. Элементы математической оценки результатов наблюдений в биологических и рыбохозяйственных исследованиях. — М. : Пищевая промышленность, 1968. — 288 с.
2. Архипкин В. С. Алгоритмы и программы на Фортране по обработке океанологической информации. — М. : Изд-во МГУ, 1992. — 83 с.
3. Беляев В. А., Ворошилов С. Ф. О смене доминантного вида в пелагическом сообществе рыб зоны течения Курошио // Проблемы рыбопромысловых прогнозов : Тез. докл. Всесоюз. конф. — Калининград. — 1991. — С. 75–76.
4. Бирман И. Б. Морской период жизни и вопросы динамики стада тихоокеанских лососей. — М. : Агропромиздат, 1985. — 168 с.
5. Горбатенко К. М. Структура планктонных сообществ эпипелагиали Охотского моря в летний период // Изв. ТИНРО. — 1990. — Т. 111. — С. 103–113.
6. Гриценко О. Ф., Ковтун А. А., Косткин В. К. Экология и воспроизводство кеты и горбуши. — М. : Агропромиздат, 1987. — 208 с.
7. Иванков В. Н., Андреева В. В., Тяпкина Н. В., Рухлов Ф. Н., Фадеева Н. П. Биология и кормовая база тихоокеанских лососей в ранний морской период жизни. — Владивосток : Изд-во Дальневост. гос. ун-та, 1999. — 260 с.
8. Каев А. М., Чупахин В. М. Ранний морской период жизни горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* и кеты *Oncorhynchus keta* о. Итуруп // Тр. СахНИРО. — 2002. — Т. 4. — (В печати).
9. Кантаков Г. А., Шевченко Г. В. Анализ непериодических течений в проливе Лаперуза (Соя) в связи с изменениями уровня и воздействием ветра // Динамич. процессы на шельфе Сах. и Курил. о-вов : Сб. науч. ст. — Ю-Сах. : ДВМГГиГ РАН, 2001. — С. 62–74.
10. Карпенко В. И. Ранний морской период жизни тихоокеанских лососей. — М. : Изд-во ВНИРО, 1998. — 165 с.
11. Леонов А. К. Региональная океанография. — Л. : Гидрометеиздат, 1960. — 765 с.
12. Мельников И. В., Худя В. Н. Дальневосточная песчанка (*Ammodytes hexapterus* Pallas) в Охотском и западной части Берингова морей // Изв. ТИНРО. — 1998. — Т. 124. — С. 344–359.
13. Мельников И. В. Молодь южного одноперого терпуга *Pleurogrammus azonus* в эпипелагиали глубоководных районов дальневосточных морей. 1. Охотское море // Вопр. ихтиологии. — 1996. — Т. 36. — Вып. 4. — С. 454–462.
14. Мельников И. В. Распределение, биомасса и некоторые черты биологии круглопера Солдатова *Eumicrotremus soldatovi* в Охотском море // Вопр. ихтиологии. — 1995. — Т. 35. — Вып. 4. — С. 433–439.

15. Несис К. Н. Краткий определитель головоногих моллюсков Мирового океана. — М. : Легкая и пищевая пром-ть, 1982. — 355 с.
16. Несис К. Н. Тейтофауна Охотского моря. Распространение и биология неприбрежных видов // Зоол. журн. — 1989. — Т. 68. — Вып. 12. — С. 19—29.
17. Пищальник В. М., Архипкин В. С. Сезонные вариации циркуляции вод на охотоморском шельфе острова Сахалин // Гидромет. и экол. условия дальневост. морей: оценка воздействия на мор. среду : Тем. вып. ДВНИГМИ. — Владивосток : Дальнаука, 1999. — № 2. — С. 84—95.
18. Радченко В. И. Динамика численности горбуши *Oncorhynchus gorbusha* в бассейне Охотского моря в 90-е гг. // Биология моря. — 2001. — Т. 27. — № 2. — С. 91—101.
19. Радченко В. И. Суточная динамика и состав фауны звукорассеивающего слоя в эпипелагиали южной части Охотского моря летом 1994 г. // Океанология. — 1997. — Т. 37. — Вып. 5. — С. 698—704.
20. Радченко В. И., Мельников И. В., Волков А. Ф., Семенченко А. Ю., Глебов И. И., Михеев А. А. Условия среды, состав планктона и нектона эпипелагиали южной части Охотского моря и сопредельных океанских вод летом // Биология моря. — 1997. — Т. 23. — Вып. 1. — С. 15—25.
21. Темных О. С., Мельников И. В., Вайтукевич Д. В. Учет сеголетков горбуши в Охотском море и перспективы путины 2002 г. // Рыб. хоз-во. — 2002. — № 2. — С. 31—32.
22. Частиков В. Н., Гаврина Л. Ю., Кантаков Г. А. Исследование океанографических условий и зоопланктона с 19 по 26 июня 2002 г. с борта НИС «Дмитрий Песков» в Охотском море // Рукопись. Арх. СахНИРО. — 2002. — № 9010. — 24 с.
23. Чупахин В. М. К характеристике естественного воспроизводства горбуши на о. Итуруп // Изв. ТИНРО. — 1973. — Т. 91. — С. 55—67.
24. Чучукало В. И., Напазаков В. В. К методике определения суточных рационов питания и скорости переваривания пищи у хищных и бентосоядных рыб // Изв. ТИНРО. — 1999. — Т. 126. — С. 160—171.
25. Чучукало В. И., Ефимкин А. Я., Лапко В. В. Питание некоторых планктоноядных рыб в Охотском море в летний период // Биология моря. — 1995. — Т. 21. — Вып. 2. — С. 132—136.
26. Шершнев А. П., Чупахин В. М., Руднев В. А. Некоторые черты экологии горбуши островов Сахалин и Итуруп в морской период жизни // Вопр. ихтиологии. — 1982. — Т. 22. — С. 441—449.
27. Шунтов В. П. Биологические ресурсы Охотского моря. — М. : Агропромиздат, 1985. — 224 с.
28. Шунтов В. П., Лапко В. В., Надточий В. В., Самко Е. В. Межгодовые изменения в ихтиоценах верхней эпипелагиали Сахалино-Курильского региона // Вопр. ихтиологии. — 1994. — Т. 34. — Вып. 5. — С. 649—656.
29. Шунтов В. П. Новые данные об анадромных миграциях азиатской горбуши // Изв. ТИНРО. — 1994. — Т. 116. — С. 3—41.
30. Шунтов В. П., Радченко В. И., Лапко В. В. Новые данные об анадромных миграциях азиатской горбуши // Рыб. хоз-во. — 1992. — № 4. — С. 16—19.
31. Шунтов В. П., Радченко В. И., Лапко В. В., Полтев Ю. Н. Распределение лососей в западной части Берингова моря и сопредельных водах Тихого океана в период анадромных миграций // Вопр. ихтиологии. — 1993. — Т. 33. — Вып. 3. — С. 337—347.
32. Aota M. Studies of the Soya Warm Current // Low Tem. Sci. Ser. A33. — 1975. — P. 151—172. — (In Japanese).
33. Aota M., Tanaka I., Nakata A., Yagi H. Gradient of sea level and currents in the Strait Soya // Abst. 13th Int. Symp. on the Okhotsk Sea & Sea Ice. Mombetsu, Hokkaido, Japan. — 1998. — P. 7—12.
34. Beamish R. J., Neville C-E. M. Pacific salmon and Pacific herring mortalities in the Fraser River plume caused by river lamprey (*Lampetra ayresi*) // Can. J. Fish. Aquat. Sci. — 1995. — Vol. 52. — P. 644—650.
35. Bragina I. Y. Geographical and biological characteristics of the net zooplankton in the southwestern part Sea of Okhotsk during 1987—1996 // PICES Sci. Rep. — 1999. — No. 12. — P. 187—199.

36. Bragina I., Shevchenko G. Influence of water exchanging through the La Perouse (Soya) strait on the intrusion of Okhotsk Sea zooplankton endemics in the Sea of Japan // Abst. Xth Ann. PICES Conf. Sidney, B. C., Canada. — 2001. — P. 174.
37. Budaeva V. D., Makarov V. G. Modeling of the typical water circulation in the La Perouse Strait and Aniva Gulf region // PICES Sci. Rep. — 1996. — No. 6. — P. 17–20.
38. Danchenkov M., Aubrey D. and Riser S. Oceanographic features of La Perouse Strait // PICES Sci. Rep. — 1999. — No. 12. — P. 159–171.
39. Farley E. V., Murphy J. M., Haight R. E., Guthrie G. M., Baier C. T., Adkison M. D., Radchenko V. I., Satterfield F. R. Eastern Bering Sea (Bristol Bay) coastal research on Bristol Bay juvenile salmon, July and September 1999. (NPAFC Doc. 448). Auke Bay Laboratory, Alaska Fisheries Science Center, NMFC, NOAA, 11305 Glacier Highway, Juneau, AK 99801-8626. — 1999. — 22 p.
40. Itoh M., Ohshima K. I. Seasonal variations of water masses and sea level in the southwestern part Sea of Okhotsk // Jour. of Oceanography. — Tokyo. — 2000. — Vol. 56. — P. 643–654.
41. Kantakov G., Samatov A. Upwelling in the La Perouse Strait: oceanographic and hydrobiological properties // ICOS Proc. — Tokyo, Japan. — 1996. — P. 67–76.
42. Kono T. Modification processes of the intermediate subarctic water in the western North Pacific and its relation to formation of the North Pacific Intermediate Water // Bull. Hokkaido Nat. Fish. Res. Inst. — 1996. — No. 60. — P. 145–223.
43. Kono T., Kawasaki Y. Results of CTD and mooring observations southeast of Hokkaido. Part I. Annual velocity and transport variations in the Oyashio // Bull. Hokkaido Nat. Fish. Res. Inst. — 1997a. — No. 61. — P. 65–81.
44. Kono T., Kawasaki Y. Results of CTD and mooring observations southeast of Hokkaido. Part II. Annual variations of water mass structure and salt flux of the Oyashio // Bull. Hokkaido Nat. Fish. Res. Inst. — 1997b. — No. 61. — P. 83–95.
45. Levashov D. E., Zhavoronkov A. I., Voronkov A. P. An Optoelectronic sensor of mesoplankton as an addition to CTD-probes and towed vehicle // Proc. of OCEANS'98 IEEE/OES Conf. Nice, France. — 1998. — Vol. 1. — P. 178–182.
46. Levashov D. E., Zhavoronkov A. I., Voronkov A. P. Novel mesoplankton size-quantitative characteristics sensor specially adopted to oceanographic probes and towed vehicles // Proc. of Coastal Ocean Space Utilization (COSU) 97. Conf. Singapore. — 1997. — Vol. 2. — P. 355–359.
47. Levashov D. E., Zhavoronkov A. I. Optoelectronic sensors for mesoplankton studying in the sea water // Proc. of OCEANS'95 MTS/IEEE Workshop. San Diego, Ca. USA. — 1995. — Vol. 1. — P. 202–208.
48. Parker R. R. Estimation of sea mortality rates for the 1961 brood-year pink salmon of the Bella Coola area, British Columbia // J. Fish. Res. Board Can. — 1965. — Vol. 22. — P. 1523–1554.
49. Radchenko V. I., Glebov I. I. Present state of Asian Coho Salmon (*Oncorhynchus kisutch*) Stocks // N. Pac. Anadr. Fish Comm. Bull. — 2000. — No. 2. — P. 145–154.
50. Runge J. A., Ingram R. G. Under ice feeding and diel migration by the planktonic copepods *Calanus finmarchicus* and *Pseudocalanus minutus* in relation to the ice algal production cycle in southeastern Hudson Bay // Mar. Biol. — 1991. — Vol. 108. — P. 217–226.
51. Saitho S., Fukuda K., Takahashi F., Wakatsuchi M. Variability of ocean color and sea ice distribution in the Sea of Okhotsk observed by SeaWiFS and SSM/I during 1998–1999 // Proc. of Int. Symp. on atmosphere-ocean-cryosphere interaction in the sea of Okhotsk and surrounding environment. Sapporo, Hokkaido, Japan. — 2001. — P. 78–79.
52. Takizawa T. Characteristics of the Soya warm current in the Sea of Okhotsk // J. of Ocean. Soc. of Japan. — 1982. — Vol. 38. — P. 281–292.
53. Talley L. D., Nagata Y., Fujimura M., Iwao T., Kono T., Inagake D., Hirai M. and Okuda K. North Pacific Intermediate Water in the Kuroshio/Oyashio mixed water region // Journal of Physical Oceanography. — 1995. — Vol. 25. — No. 4. — P. 475–501.
54. Tanaka Y., Nakata A. Results of direct current measurements in the La Perouse Strait (the Soya Strait), 1995–1998 // PICES Sci. Rep. — 1999. — No. 12. — P. 173–176.
55. Watanabe T., Wakatsuchi M. Formation of 26.8–26.9 dt water in the Kuril Basin of the Sea of Okhotsk as a possible origin of North Pacific Intermediate Water // Jour. of Geoph. Res. — 1998. — Vol. 103 (C2). — P. 2849–2865.

УДК 597.553.2

Радченко В. И., Кантаков Г. А., Шубин А. О. и др. Ихтиоцены и физические условия верхней эпипелагиали шельфа юго-восточного Сахалина в период после ската молоди лососей // Биология, состояние запасов и условия обитания гидробионтов в Сахалино-Курильском регионе и сопредельных акваториях : Труды Сахалинского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии. — Ю-Сах. : СахНИРО, 2002. — Т. 4. — С. 70—92.

Изложены первые результаты экспедиции НИС «Дмитрий Песков» в юго-западной части Охотского моря в период, ранее не охватывавшийся комплексными съемками. Выявлены новые детали распределения и миграций молоди горбуши, кеты, южного одноперого терпуга. В конце июня — начале июля ихтиоцен верхней эпипелагиали существенно обеднен. Молодь горбуши быстро покидает прибрежную зону о. Сахалин, но не сразу отходит в воды глубоководных котловин. Она концентрируется в зоне внешнего шельфового фронта, смещаясь вдоль него к югу, до фронтальной зоны течения Соя, и отсюда мигрирует на восток, северо-восток по мере роста. Зависимость скорости и направления миграции молоди горбуши в первые месяцы в море от океанологических условий, в том числе от горизонтального распределения водных масс и фронтальных зон, подразумевает их высокую межгодовую изменчивость.

Табл. — 6, ил. — 7, библи. — 55.

Radchenko V. I., Kantakov G. A., Shubin A. O. et al. Fish communities and physical conditions of shelf epipelagic of south-eastern part of Sakhalin after juvenile salmon leaving the river // Water life biology, resources status and condition of inhabitation in Sakhalin-Kuril region and adjoining water areas : Transactions of the Sakhalin Research Institute of Fisheries and Oceanography. — Yuzhno-Sakhalinsk : SakhNIRO, 2002. — Vol. 4. — P. 70–92.

There were stated first results of research vessel «Dmitry Peskov» expedition in southwestern part of the Okhotsk Sea in period, that earlier hadn't been included by complex survey. New details of *chum salmon*, *pink salmon* and *arabesque greenling* juveniles' distribution and migration were revealed. At the end of June and at the beginning of July epipelagic fish community became essentially scanty. Pink salmon juvenile rapidly leaves Sakhalin littoral region but doesn't go directly to waters

of deep-sea basins. It is concentrated in the external zone of shelf front, moving down to the south, till frontal zone of Soya current and from this place migrates to the east, northeast and higher. Dependence of migration speed and direction of pink salmon juvenile in the first months in the sea from the oceanographic conditions, from the horizontal distribution of water masses and frontal zones means its high interannual variability.

Tabl. — 6, fig. — 7, ref. — 55.