

## **СОВРЕМЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕЧЕНИЙ В РЫБОПРОМЫСЛОВЫХ РАЙОНАХ САХАЛИНО-КУРИЛЬСКОГО РЕГИОНА**

**Г. А. Кантаков, В. Н. Частиков, Г. В. Шевченко**

Сахалинский научно-исследовательский институт  
рыбного хозяйства и океанографии (Южно-Сахалинск)

### **ВВЕДЕНИЕ**

С 1995 г. Сахалинский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии осуществляет исследования динамики вод в Сахалино-Курильском регионе методом постановок на длительный срок (от нескольких месяцев и более) притопленных автономных буйковых станций (ПАБС). Опубликованные ранее инструментальные исследования течений СахНИРО (СахТИНРО) базировались на трудах Истошина (1954), Шелеговой (1958, 1960, 1967) и Жукова (1992) и основывались, в большинстве своем, на краткосрочных наблюдениях, полученных механическими измерителями.

Актуальность исследований течений автономными приборами определяется недостатком информации о динамике вод в рыбопромысловых районах Сахалино-Курильского региона. Известные региональные схемы течений (Бобков, 1992) не позволяют отслеживать сезонные и межгодовые особенности характеристик потоков (объем, скорость, направление, частотные и другие океанографические характеристики), т. к. отражают распределения преимущественно поверхностных течений, рассчитанных на основе динамического метода по STD-наблюдениям или на основе климатических архивов (Пищальник, Бобков, 1993). С учетом недостатков динамического метода в связи с выбором отсчетной поверхности и учета только бароклинной составляющей потока следует отметить, что диагностика и исследование пространственно-временной изменчивости потоков на основе такого подхода показали успешность применения геострофики для выявления и параметризации океанографических объектов в области динамики вод, например, сезонного апвеллинга в проливе Лаперуза, антициклонического ринга в заливе Анива, зон вергенций Западно-Сахалинского и Цусимского течений на свале глубин залива Деланг-ля и у о. Монерон (Жуков, 1992; Kantakov, Samatov, 1996; Шевченко и др., 1999). В то же время использование геострофического метода не позволяет точно измерить динамику расходов режимобразующих течений Сахалино-Курильского региона — таких, как Восточно-Камчатское, Ойясио, Восточно-Сахалинское, Приморское, Цусимское, Западно-Сахалинское, Соя.

В прикладных задачах исследования расходов режимообразующих течений применяются для количественных оценок перераспределения потоков тепла, диагностики состояния вод и моделирования (Леонов, Сапожников, 1997). Среди крупных результатов последних лет по исследованию течений Сахалино-Курильского региона автономными методами необходимо сослаться на опубликованные материалы исследований групп под руководством профессоров Wakatushi (Kono et al., 2001; Mizuta et al., 2001), Riser (Riser, 2001), Talley (Talley et al., 2001), результатов инженерных изысканий в зоне Восточно-Сахалинского течения (Путов, Райли, 2001).

Кроме прямых измерений потоков автономными буйковыми станциями, с 1998 г. на акватории Японского и Охотского морей применяются поверхностные дрейфтеры и всплывающие STD-профилографы ALACE, PALACE, APEx, которые обеспечивают измерения течений лагранжевым методом (Thomson et al., 1997). В стадии апробации находятся в настоящий момент исследования полей течений Японского и Охотского морей дистанционными методами в режиме квазиреального времени, основанные на измерениях альтиметрии, поверхностной температуры, профиля приводного ветра, ассимиляции исторических архивов океанографических данных. Таким образом, на акватории Сахалино-Курильского региона в настоящий момент применяется весь спектр современных методов исследований течений. В настоящей работе мы сосредоточимся на кратком обзоре результатов, полученных в СахНИРО автономными методами на основе инструментальных измерений.

Для решения прикладных задач постановка приборов проводилась таким образом, чтобы измерить сезонные изменения режима вод или охватить полностью годовой цикл хода океанографических параметров деятельного слоя моря с целью их измерения и определения наиболее существенных моментов перестройки гидрологических полей на шельфе Сахалина. Изучение внутригодовых вариаций поля морских течений и обусловленных ими изменений в пространственной структуре температуры, солености, содержания кислорода и других важных для задач гидробиологии элементов в морской воде является одной из приоритетных задач лаборатории биологической океанографии. Это не означает, что вариации поля течений в других частотных диапазонах — такие, как приливо-отливные движения, инерционные течения, проявляющиеся на частоте Кориолиса, а также синоптические процессы, обусловленные воздействием ветра на морскую поверхность, игнорировались или не анализировались достаточно детально. Для некоторых задач гидробиологии каждая из этих составляющих течений может иметь определяющее значение. Постановка приборов обычно сопровождалась выполнением океанографических и гидробиологических съемок, в некоторых случаях в состав ПАБС включались монитор (измеритель) качества воды YSI6600, автоматическое устройство по отбору зоопланктона для сравнения вариаций различных параметров морской среды и количественных оценок влияния абиотических параметров на низкие трофические уровни морской экосистемы.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

### Организация экспериментов и характеристика материалов наблюдений

В практике океанографических работ СахНИРО чаще всего использовалась следующая компоновка ПАБС (притопленная автономная буйковая станция) (рис. 1).

1. Буй (кухтыли  $\text{Ø}300\text{--}400$  мм);
2. Буйреп (полипропиленовый канат  $\text{Ø}10\text{--}16$  мм);
3. Прибор (приборы);
4. Буйреп (всплывает при срабатывании размыкателя и используется для подъема станции);
5. Размыкатель (в случае постановки на один якорь);
6. Якорная цепь;
7. Якорь;
8. База (полипропиленовый канат  $\text{Ø}20\text{--}30$  мм, в случае постановки на два якоря);
9. Второй якорь (в случае постановки на два якоря).

### Способ постановки «буй — якорь»

С кормовой части судна сбрасывается буй, при движении судна малым ходом вперед стравливается буйреп с приборами. Растянув станцию по корме на всю длину, отдается якорь с одновременной фиксацией координат при помощи судовой GPS и глубины по эхолоту. При постановке на базу с двумя якорями после отдачи первого якоря дается ход, стравливается база, и отдается второй якорь.

После постановки станция «прописывается» при помощи эхолота.

Подъем ПАБС осуществляется командой на размыкатель или, при постановке на базу с двумя якорями, тралением по дну «кошкой».

Сведения о выполненных постановках ПАБС приведены в табл. 1, в которой указаны координаты и глубина постановки прибора, его тип, период и дискретность наблюдений. Помимо скорости течений производились измерения температуры и солёности воды.

В большинстве случаев при измерениях использовались приборы фирмы AANDERAA типа RCM-4 и RCM-7, которые зарекомендовали себя с наилучшей стороны, обеспечив высокое качество данных, за исключением датчика солёности. В последних постановках применялся также трехкомпонентный измеритель скорости течений фирмы SonTek, впервые полученные инструментальные сведения о вертикальных движениях вод на шельфе Сахалина также представляют большой интерес.

Часть материалов наблюдений уже проанализирована, и полученные результаты отражены в публикациях (Кантаков, Shevchenko, 1999; Кантаков, Шевченко, 2001), другие обработаны еще не полностью. Ниже приводится

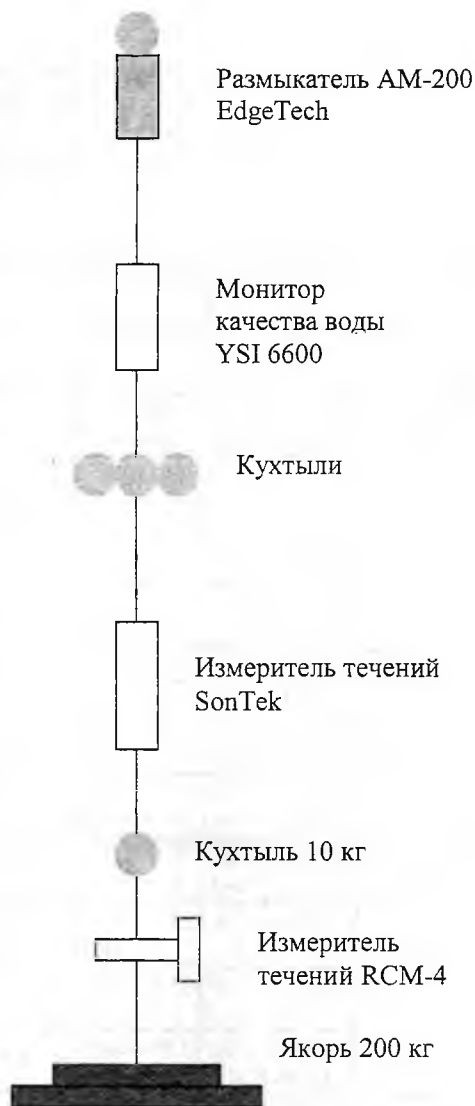


Рис. 1. Пример типовой компоновки ПАБС с размыкателем — станция «EVA», выставленная в заливе Анива в точке с глубиной 102 м.

**Информация о выполненных СахНИРО постановках ПАБС  
и полученных материалах наблюдений**

Название станции*	Координаты	Период измерений	Глубина	Горизонт	Температура	Скорость	Прибор	Интервал (мин.)
Tetany 202	46°20,0' с. ш. 141°45,0' в. д.	11.08.96/ 22.08.96	60	40	+	+	RCM4 4079	15
Tetany 106	46°00,0' с. ш. 141°10,0' в. д.	02.08.96/ 16.10.96	130	10	+	+	RCM7 11927	30
Tetany 106	46°00,0' с. ш. 141°10,0' в. д.	02.08.96/ 16.10.97	130	100	+	+	RCM4 5759	30
Tetany 106	46°00,0' с. ш. 141°10,0' в. д.	13.05.97/ 28.08.97	135	15	+	+	RCM4 4079	30
Tetany 106	46°00,0' с. ш. 141°10,0' в. д.	28.08.97/ 18.12.97	135	15	+	+	RCM4 4079	60
Tetany 106	46°00,0' с. ш. 141°10,0' в. д.	18.12.97/ 16.03.98	140	20	+	+	RCM7 11927	60
Astarta	45°46,1' с. ш. 142°01,2' в. д.	21.02.99/ 18.06.99	69	15	+	+	RCM4 4079	60
Astarta	45°46,1' с. ш. 142°01,2' в. д.	21.02.99/ 14.08.99	69	45	+	+	RCM4 5759	60
Bastet-1	47°45,4' с. ш. 141°58,7' в. д.	11.06.2000/ 14.09.2000	21	10	+	+	RCM4 4079	60
Bastet-2	47°45,4' с. ш. 141°32,7' в. д.	11.06.2000/ 14.09.2000	51	40	+	+	RCM4 5759	60
Bastet-3	47°45,4' с. ш. 141°25,5' в. д.	11.06.2000/ 14.09.2000	100	75	+	+	RCM7 11927	60
Clione-2	45°46,6' с. ш. 141°59,7' в. д.	27.11.2000/ 02.04.2001	59	30	+	+	RCM4 4079	180
Clione-3	45°45,6' с. ш. 141°59,8' в. д.	02.02.2001/ 15.08.2001	64	34	+	+	RCM4 4079	180
Clione-4	45°44,4' с. ш. 142°04,8' в. д.	15.08.2001/ 17.11.2001	61	34	+	+	RCM4 4079	180
Eva-1	46°00,0' с. ш. 143°00,5' в. д.	25.09.2000/ 11.11.2000	102	75	+	+	RCM4 4079	60
Eva-1	46°00,0' с. ш. 143°00,5' в. д.	25.09.2000/ 11.11.2000	102	30	+	+	SonTek	30
Eva-2	46°00,2' с. ш. 143°00,8' в. д.	11.11.2000/ 31.03.2001	102	30	+	+	SonTek	30
Hardy	48°30,0' с. ш. 141°27,4' в. д.	19.11.2001/ 13.04.2001	280	86	+	+	RCM4 4079	60

\*В период 1996–1997 гг. названия ПАБС выбирали соответственно номерам точек стандартных разрезов. С 1999 г. названия станций или в алфавитном порядке.

краткая сводка основных результатов экспериментальных исследований по южному и юго-западному шельфу острова Сахалин. Выбор именно этой акватории для проведения измерений обусловлен тем обстоятельством, что представление о динамике вод в этом важнейшем промысловом районе, в том числе и о водообмене между Японским и Охотским морями через пролив Лаперуза, базируется, преимущественно, на расчетных данных, практически не

подкрепленных инструментальными измерениями (Будаева и др., 1980; Пищальник, Архипкин, 1999; Aota, 1975; Aota et al., 1988; Budaeva, Makarov, 1999). Анализ полученных рядов скорости течений позволяет в некоторой степени восполнить этот пробел.

### Результаты исследований в районе острова Монерон

В августе 1996 г. была установлена на длительный срок первая ПАБС *Tetany-106* южнее от острова Монерон (рис. 2, табл. 1). Глубина в точке измерения составляла около 110 м, измерения производились в поверхностном (на горизонте около 10 м) и придонном (около 100 м) слоях. Короткая серия измерений длительностью около 12 суток была выполнена также между островами Монерон и Сахалин в августе 1996 г. В мае 1997 г. в точке постановки ПАБС *Tetany-106* была повторно установлена станция с одним измерителем, который находился на горизонте 15 м. Приведем здесь основные результаты

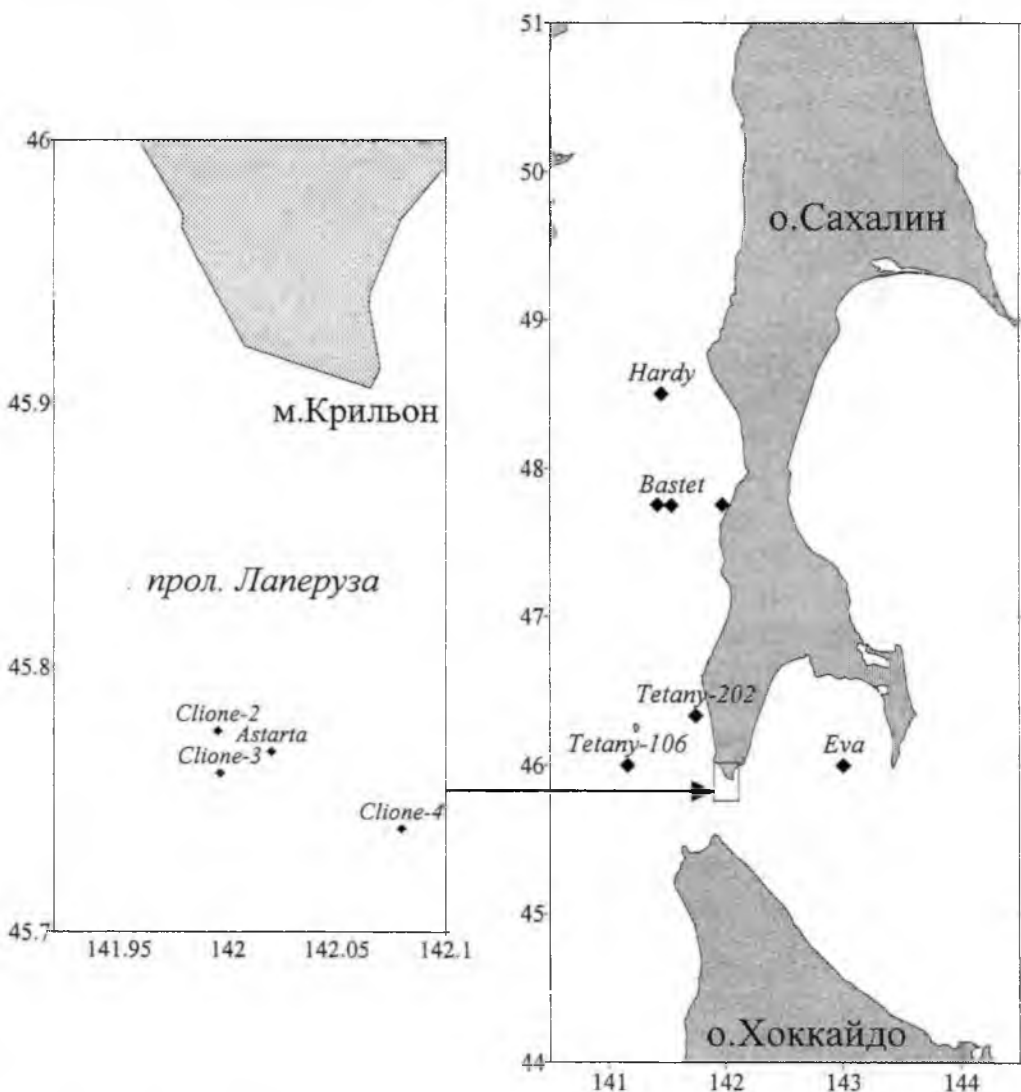


Рис. 2. Схема точек постановки притопленных автономных буйковых станций, выполненных СахНИРО в 1996–2001 гг.

анализа полученных данных, которые были получены в работе авторов (Kantakov, Shevchenko, 1999).

Несомненно, один из самых интересных результатов по сериям 1996 г. связан с сезонной изменчивостью потока северной ветви Цусимского течения на переходе от лета к осени (рис. 3). Интересно отметить, что в течение летнего сезона у поверхности (датчик на горизонте 10 м находился выше слоя скачка плотности) течение ориентировано на север-северо-восток, что проявляется в положительных значениях проекций векторов скорости на параллель и на меридиан на рис. 3. Начиная с последней декады сентября происходит его постепенный разворот сначала на восток, а затем и на юго-восток (меридиональная составляющая меняет свой знак), что, вероятно, обусловлено началом действия так называемого зимнего муссона, для кото-

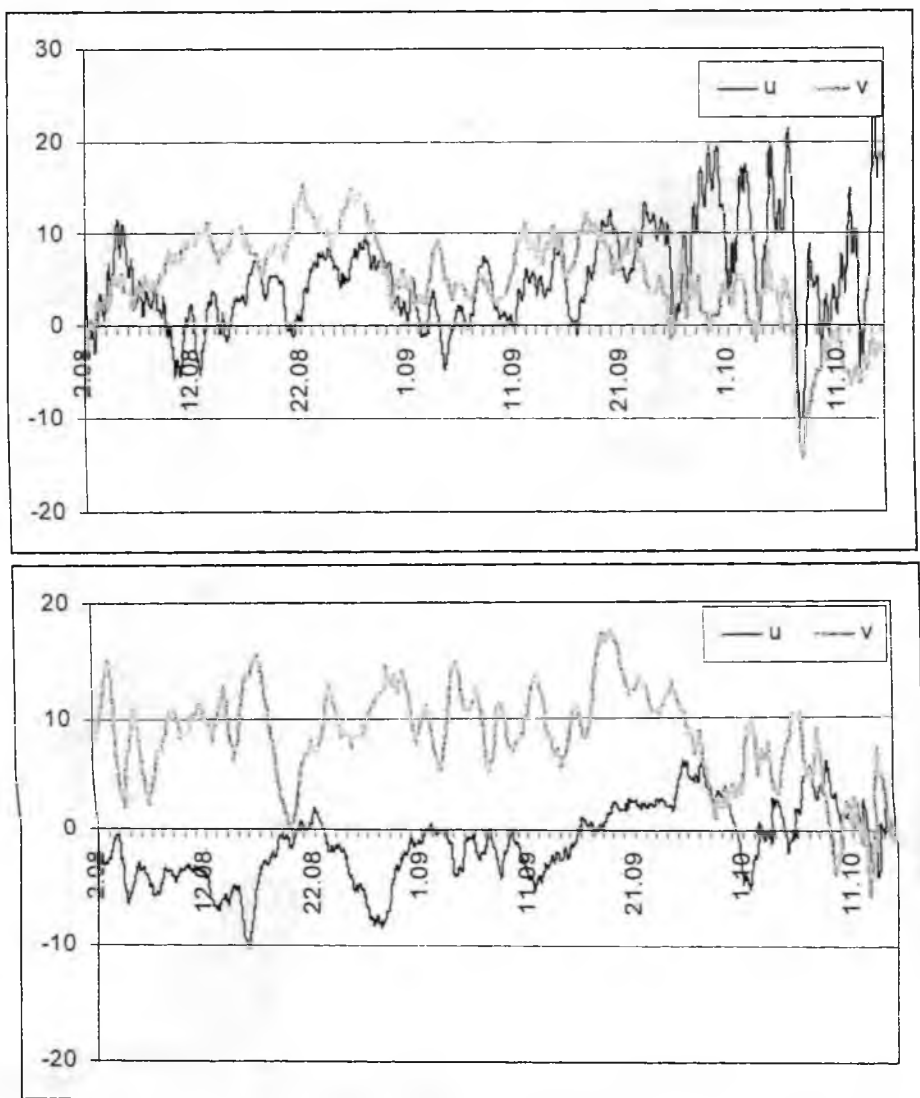


Рис. 3. Проекция неперiodической компоненты скорости течений на параллель ( $u$ , см/с) и на меридиан ( $v$ , см/с) в районе о. Монерон в августе-октябре 1996 года на горизонтах 10 м (верхний рис.) и 100 м (нижний рис.).

рого характерно преобладание ветров северо-западных румбов. На горизонте 100 м в летний период преобладало течение, ориентированное на север-северо-запад, осенью происходит некоторый разворот на север-северо-восток, в конце первой декады октября течение в каком-либо направлении не наблюдается. Это обстоятельство указывает на прекращение поступления теплых вод Цусимского течения в южную часть Татарского пролива, что имеет исключительно важные последствия для изучения особенностей условий обитания гидробионтов в данном районе.

Анализ рядов скорости течений, измеренных в мае—августе 1997 г., в той же самой точке на горизонте 15 м обнаружили основной поток на север-северо-запад, согласующийся с оценками потока по данным 1996 г. на горизонте 100 м. Заметим, что и достаточно сильные в этом районе суточные приливные течения, измеренные ниже слоя скачка, также имеют весьма близкие характеристики, что указывает на характер основного потока как практически баротропного. Для сравнения, в верхнем прогревом слое приливы испытывают сильное влияние бароклинных эффектов, в спектрах течений обнаруживается также пик на частоте Кориолиса, означающий наличие инерционных колебаний (Kantakov, Shevchenko, 1999).

Вторым важным моментом было выявление на станции *Tetany-202*, установленной вблизи Невельска в августе 1996 г. (рис. 2, табл. 1), достаточно сильного течения (около 40 см/с), ориентированного на юг. Этот результат подтвердил наличие Западного-Сахалинского течения в относительно узкой полосе у юго-западных берегов Сахалина, что согласуется с результатами ранее опубликованных работ (Яричин, Покудов, 1982; Юрасов, Яричин, 1996). Анализ измерений, выполненных Экологической компанией Сахалина в 1978—1979 гг. на траверзе мысов Кузнецова и Виндис, также обнаружил поток, ориентированный на юг, скорость которого довольно быстро убывала при удалении от берега (Kantakov, Shevchenko, 1999), что указывает на наличие зоны конвергенции течений в данном районе.

### Эксперимент на Чехово-Ильинском мелководье

В июне 2000 г. был проведен специальный эксперимент *Bastet* с постановкой трех ПАБС на Чехово-Ильинском мелководье на различном расстоянии от берега (см. рис. 2). Глубина моря в точках измерения составляла около 20, 50 и 100 м, горизонты измерения — 10, 40 и 75 м соответственно. Более мористые точки расположены на небольшом расстоянии друг от друга, но в различных условиях: одна — в зоне шельфа, вторая — на свале глубин. Значительное различие горизонтов измерения связано с этим обстоятельством.

Проекция векторов скорости непериодической компоненты течений (фильтрация приливной компоненты осуществлялась путем вычитания предвычисленных рядов) представлены на рис. 4. Наиболее важным результатом явилось наличие на самой мористой станции хорошо выраженного потока в северном и северо-северо-западном направлении. Устойчиво выделяется течение в северо-северо-восточном направлении и на прибрежной станции, где в вариациях поля течений можно также отметить выраженные колебания с периодом около 8—9 суток. На горизонте 40 м течения очень слабые, хотя также ориентированы, в целом, на север.

Наряду с указанным выше фактом обнаружения у побережья Сахалина в районе Невельска (*Tetany-202*) потока южного направления данный результат

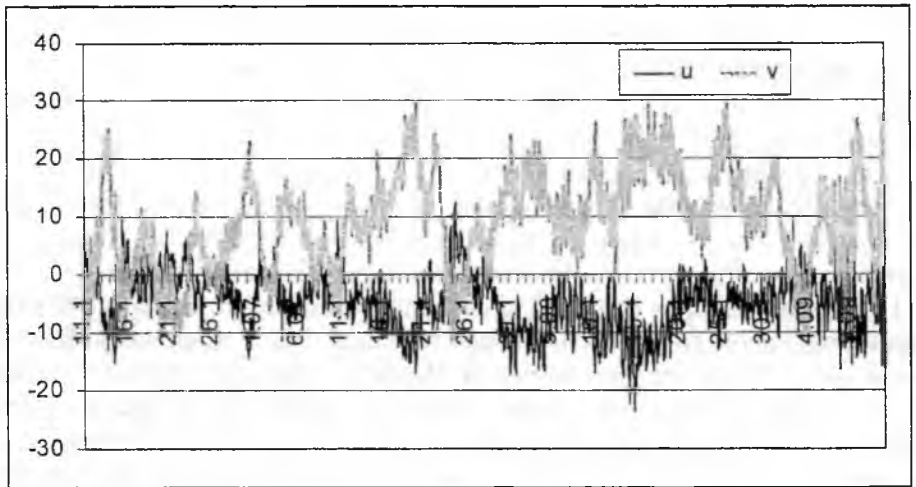
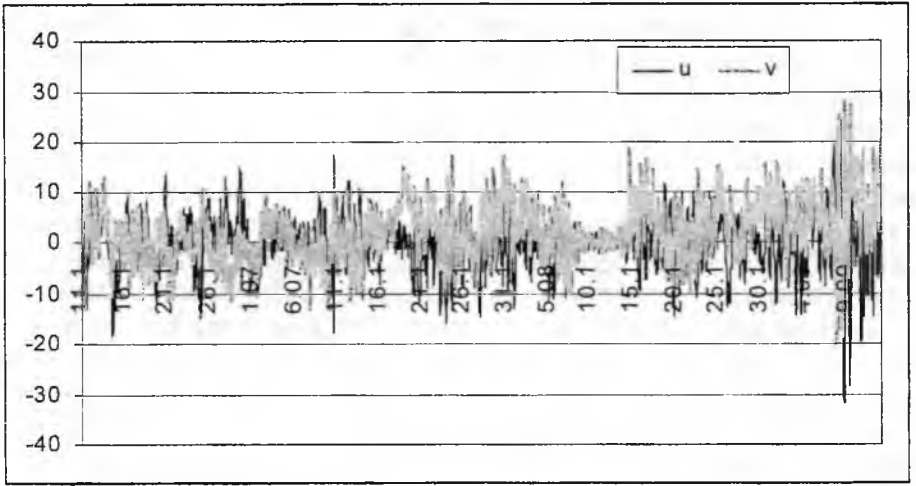
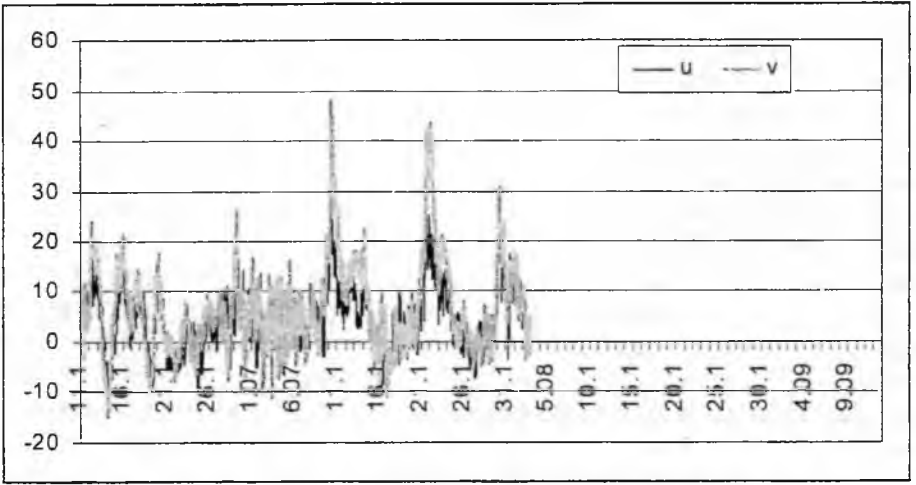


Рис. 4. Проекция на параллель и меридиан непериодической компоненты течений (в см/с) на станциях Bastet1 (верхний рис.), Bastet2 (средний рис.) и Bastet3 (нижний рис.).



указывает на наличие зоны дивергенции течений южнее Чехово-Ильинского мелководья. На существование такой зоны указывалось в работе Яричина и Покудова (1982), где, однако, не приведена характеристика материалов наблюдений, из которых она была выделена. В любом случае, подтверждение этого факта по инструментальным данным представляет собой весьма интересный результат, имеющий важное значение для задач гидробиологии, в частности, для изучения распространения личинок камчатского краба вдоль юго-западного побережья Сахалина (Kantakov et al., 2001).

Весьма любопытным моментом при анализе данных, полученных на прибрежной станции, были резкие (на 3–4°C) понижения температуры воды на фоне общей тенденции ее возрастания (рис. 5). Первый случай понижения был весьма продолжительным — около 12 суток, второй — около трех, причем, восстановление «нормального» хода температуры совпадало по времени с моментами усиления скорости потока на север. Наиболее вероятно, что эти понижения температуры связаны с явлением прибрежного апвеллинга, индуцированного воздействием ветра. Аналогичный эффект был обнаружен и при проведении мониторинга водной среды во время разведочных буровых работ на Пильтун-Астохской площади (Шевченко, Кантаков, 2002).

В отличие от акватории вблизи о. Монерон в рассматриваемом районе суточные приливные течения незначительны, преобладают полусуточные, а инерционные течения наиболее интенсивны на самой глубоководной станции, расположенной на горизонте 75 м.

### Годовой цикл измерений в проливе Лаперуза (Соя)

Водообмен между Японским и Охотским морями, который осуществляется через пролив Лаперуза (Соя), играет важную роль в гидрологических, гидрохимических и гидробиологических процессах, протекающих в прилегающих акваториях, являющихся зоной активного рыбного промысла и добычи других видов морепродуктов.

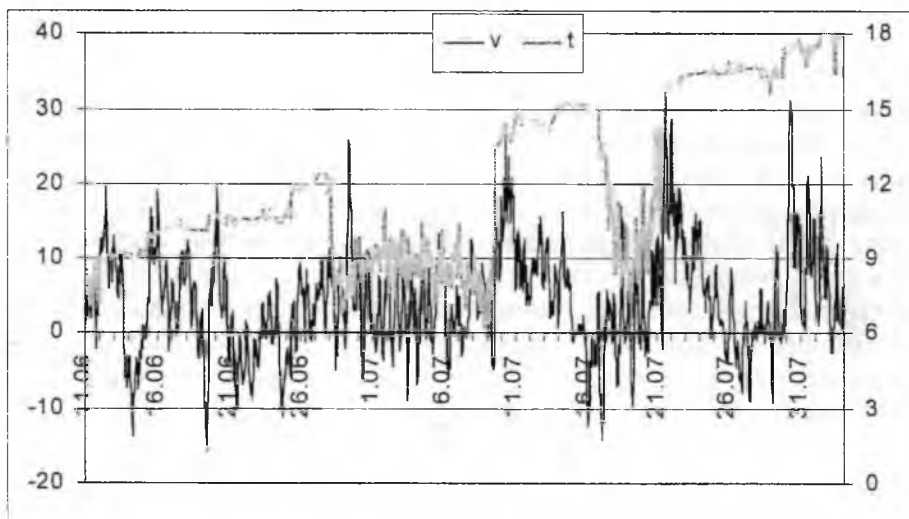


Рис. 5. Вариации проекции на меридиан неперiodической компоненты течений ( $v$ , см/с, шкала слева) и температуры морской воды ( $t$ , °C, шкала справа) по измерениям на прибрежной станции Bastet-1.

Наиболее продолжительную серию наблюдений за течениями в проливе Соя удалось получить на ПАБС *Astarta* в 1999 г., которая имела два прибора RCM-4, производивших измерения течений, температуры и солёности на горизонтах 15 и 45 м.

Анализ полученных данных позволил сделать несколько важных выводов, среди которых выделим два наиболее интересных (Кантаков, Шевченко, 2001). Во-первых, обнаружен эффект сезонного усиления потока из Японского в Охотское море от зимы к лету, составивший около 0,5 см/с в сутки для восточной компоненты течения на верхнем горизонте. Наиболее вероятной причиной этого усиления являются сезонные колебания уровня моря, которые имеют в указанных морях противоположный характер. Так, в Японском море максимальный уровень наблюдается в июле-августе — в период максимального прогрева вод, а в Охотском море максимальные значения приходятся на зимний период (Поезжалова, Шевченко, 1997; Aota et al., 1998; Itoh, Ohshima, 2000; Oh et al., 1993). Удивительно, что на станциях измерения уровня Вакканай и мыс Крильон, расположенных на различных берегах пролива, отчетливо проявляется противоположный характер колебаний уровня, усиливающих заток в Охотское море летом и препятствующих ему в зимний сезон.

Второй важный момент — это обнаружение моментов «обращения» течения Соя (зональная компонента меняет свой знак на отрицательный), то есть происходило формирование потока из Охотского моря в Японское море в марте 1999 г. при сильных ветрах восточных румбов.

Для дальнейших исследований в точке, расположенной на незначительном удалении от места установки ПАБС *Astarta*, 10 ноября 2000 г. была установлен ПАБС *Clione* с измерителем RCM-4 на горизонте около 35 м. 2 апреля 2001 г. станция была поднята и установлена вновь в точке, расположенной примерно на таком же расстоянии (рис. 2); эта процедура была повторена 15 августа, окончательно станция была поднята на борт НИС «Дмитрий Песков» 17 ноября 2001 г. Таким образом, впервые была получена непрерывная годовая серия инструментальных измерений скорости течений в проливе Соя.

В результате анализа полученных данных (рис. 6, табл. 2) обнаружено, что наибольшее ослабление потока из Японского моря в Охотское море наблюдается в декабре-январе, когда среднее за месяц значение восточной компоненты скорости составляло 5–7 см/с, что больше чем на порядок отличается от значений, характерных для летнего сезона. Уменьшение этого потока наблюдалось со второй половины сентября. Вероятно, это связано с общей перестройкой океанографических полей в этот период, обусловленной переходом поля ветра от летнего муссона с преобладанием ветров южных румбов к осеннему, отличающемуся устойчивыми северо-западными ветрами.

В табл. 2 приведены не только среднемесячные значения проекций скорости течения на параллель и меридиан, но и значения расхода, которые определялись путем умножения зональной составляющей скорости на площадь поперечного сечения пролива Лаперуза, которая составляет около 2 км<sup>2</sup>. При всем оценочном характере подобных расчетов, основанных на измерениях в одной точке и на одном горизонте, полученные оценки имеют весьма важное значение, так как дают определенное представление о величине расхода через пролив и характере его сезонной изменчивости. К тому же необходимо подчеркнуть, что датчик был установлен в промежуточном слое для учета вертикальной структуры потока, так как скорости на различных горизонтах

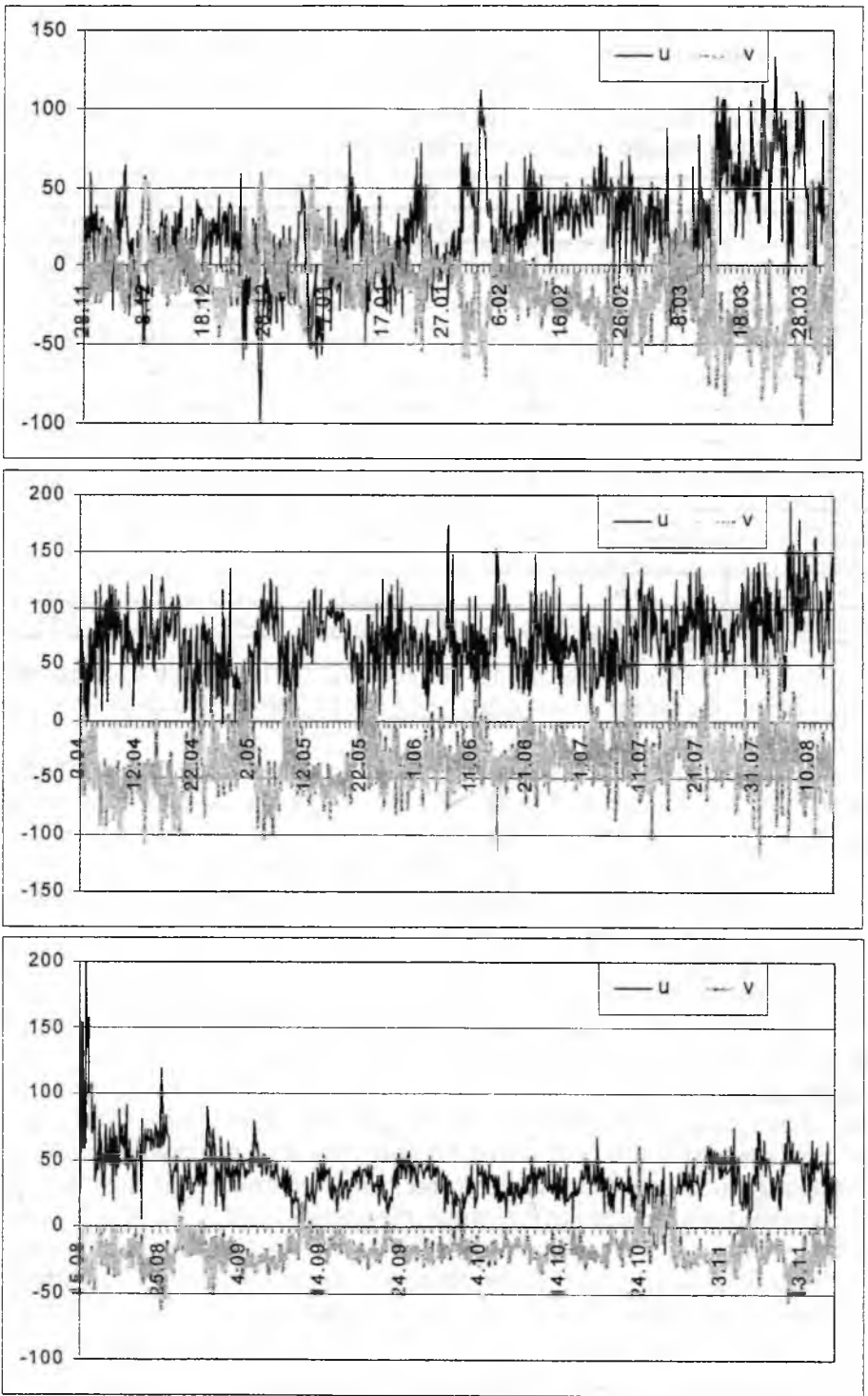


Рис. 6. Проекции на параллель и меридиан непериодической компоненты течений (в см/с) по измерениям на станциях Сіопе-2 (верхний рис.), Сіопе-3 (средний рис.) и Сіопе-4 (нижний рис.).

Средние за месяц значения проекции векторов скорости течения на параллель ( $U$ , см/с) и меридиан ( $V$ , см/с), а также величина расхода через пролив Лаперуза в  $Sv$ , а также в  $км^3$  за месяц при оценке площади поперечного сечения пролива приблизительно  $2 км^2$

Месяц	$U$ , см/с	$V$ , см/с	Расход, $Sv$	Расход, $км^3/мес.$
Январь	7,3	-3,6	0,15	383,7
Февраль	35,0	-23,1	0,70	1839,6
Март	42,6	-31,0	0,85	2239,1
Апрель	61,9	-44,7	1,24	3253,5
Май	68,8	-42,6	1,38	3616,1
Июнь	66,8	-34,1	1,34	3511,0
Июль	77,3	-30,5	1,55	4062,9
Август	78,0	-29,1	1,56	4099,7
Сентябрь	27,8	-24,9	0,56	1461,2
Октябрь	28,8	-14,8	0,58	1513,7
Ноябрь	39,0	-18,7	0,78	2049,8
Декабрь	6,0	-1,0	0,12	315,4
Среднее за год	45,0	-24,9	0,90	2365,2

отличаются значительно (Кантаков, Шевченко, 2001). Максимальный расход в летний сезон достигает величины около  $1,6 Sv$ , зимой его величина уменьшается на порядок.

В зимний период достаточно часто наблюдаются моменты «обращения» течения Соя, когда основной поток направлен из Охотского моря в южную часть Татарского пролива. С этим явлением может быть связано проникновение в Японское море некоторых видов гидробионтов, типичной средой обитания которых являются субарктические воды. В марте подобные ситуации наблюдаются сравнительно редко, а с апреля по ноябрь они не фиксировались ни разу.

Необходимо отметить также необычайно сильные приливные течения в проливе Лаперуза. На горизонте  $15 м$  (Astarta 1999) амплитуды основных суточных гармоник  $O_1$  и  $K_1$  составляют около  $1 м/с$ , а главной полусуточной составляющей волны  $M_2$  — около  $0,5 м/с$ , что достаточно близко к оценкам, полученным в работах японских специалистов (Aota, Matsuyama, 1987; Odamaki, 1994). Это говорит о том, что максимальные скорости приливного потока, при определенных астрономических условиях, могут достигать величины  $5$  узлов. В том случае, когда основные суточные гармоники синфазны, что наблюдается каждые две недели, скорость приливных течений может составлять  $3-4$  узла. При таких скоростях приливной поток, на фазе прилива ориентированный из Охотского моря в Японское, может преодолевать течение Соя и обеспечивать вынос холодных вод в южную часть Татарского пролива.

### Инструментальные измерения течений в заливе Анива

Для исследования динамических процессов в заливе Анива в точке, глубина моря в которой составляет около  $102 м$  (см. рис. 2),  $25$  сентября  $2000 г.$  была установлена станция *Eva*. В комплект ПАБС входили два прибора для определения скорости и направления течений — обычный типа RCM-4 на го-

ризонте около 75 м и трехкомпонентный измеритель SonTek на глубине около 30 м. В поверхностном слое, выше основного буя (рис. 1), был расположен монитор качества морской воды YSI6600, который измерял температуру, соленость, концентрацию кислорода и хлорофилла, водородный показатель pH. 11 ноября аппаратура была поднята на борт НИС «Дмитрий Песков», данные считаны на компьютер, после чего станция была установлена повторно и проработала до 31 марта 2001 г.

Проекции на параллель и меридиан векторов морских течений представлены на рис. 7 по первой серии наблюдений на двух горизонтах и на рис. 8 на одном горизонте — по второй. Из рисунков виден крайне сложный характер динамических процессов, протекавших в заливе Анива в осенне-зимний период, что выражалось в сильной изменчивости величины и направления векторов. Причем, если зональная компонента на обоих приборах, в целом, совпадает, то меридиональные потоки на различных горизонтах имеют противоположную направленность — в верхнем слое преобладает движение на юг, в нижнем — на север. Только в начале ноября происходит определенная консолидация поля течений, и на обоих приборах обнаруживается достаточно интенсивное движение вод в северо-восточном направлении, то есть в сторону берега. Что явилось причиной данного интересного явления, остается неясным.

Вертикальная составляющая практически в течение всего периода наблюдений имела отрицательные значения, что говорит об опускании вод в точке постановки станции. Исключения составляют два коротких периода — 6—8 октября и 6 ноября, когда наблюдался достаточно интенсивный восходящий поток.

Сложный характер носили также и вариации температуры и солености (рис. 9). В поверхностном слое (по YSI6600) температура, в целом, плавно убывала в течение всего периода наблюдений — приблизительно от 15 до 5°C, на фоне этой тенденции заметно несколько колебаний, особенно сильных в начальный период наблюдений. На горизонте 75 м в первых числах октября 2000 г. произошло очень резкое повышение температуры, примерно от 0 до 15°C. При этом выраженный поток на север на этой станции наблюдался всего один день (1 октября), в остальные дни течение было незначительным. Тем не менее, этот факт говорит о возможности проникновения теплых вод в залив Анива. Гораздо менее существенное повышение температуры было зафиксировано на горизонте 30 м прибором SonTek, приблизительно от -1 до 5°C, которое сопровождалось понижением солености на величину чуть больше 1‰. Вероятно, это связано с поступлением в рассматриваемый район относительно теплых и пресных вод Восточно-Сахалинского течения. Вообще, на горизонте около 30 м происходили значительные колебания температуры и солености, имевшие противоположный характер. Эти примеры указывают на необычайно сложный характер изменений гидрологических полей в переходный период. Среди вариаций других элементов отметим резкое, почти в 3 раза, увеличение концентрации хлорофилла 3 ноября 2000 г.

Характеризуя изменчивость течений в период с 11 ноября 2000 г. по конец марта 2001 г., следует отметить, что их высокая интенсивность сохранялась приблизительно по конец января, а затем заметно уменьшилась. При этом также наблюдалась смена знака зональной составляющей движения вод — в начальный период преобладали вектора, направленные на восток и северо-

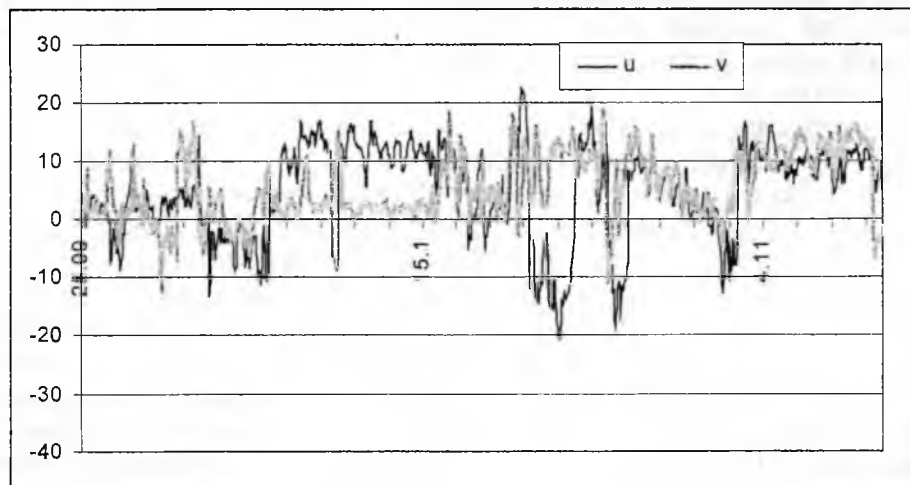
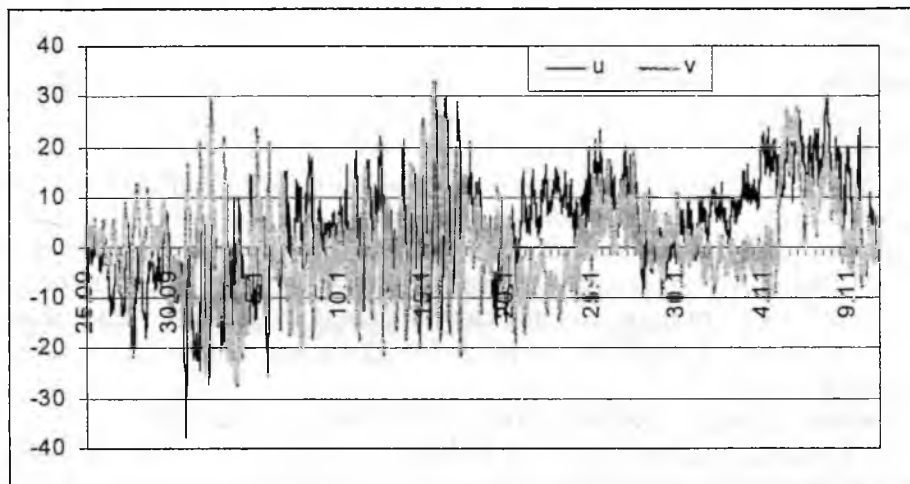
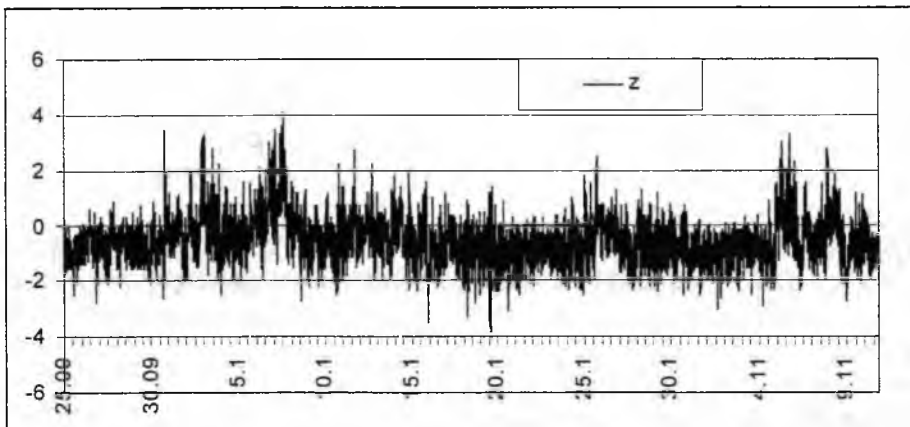


Рис. 7. Проекция вектора скорости течений на вертикальную ось ( $z$ , см/м, верхний рис.) и на параллель и меридиан ( $u$ ,  $v$ , см/с) на горизонтах около 30 (средний рис.) и 75 м (нижний рис.).

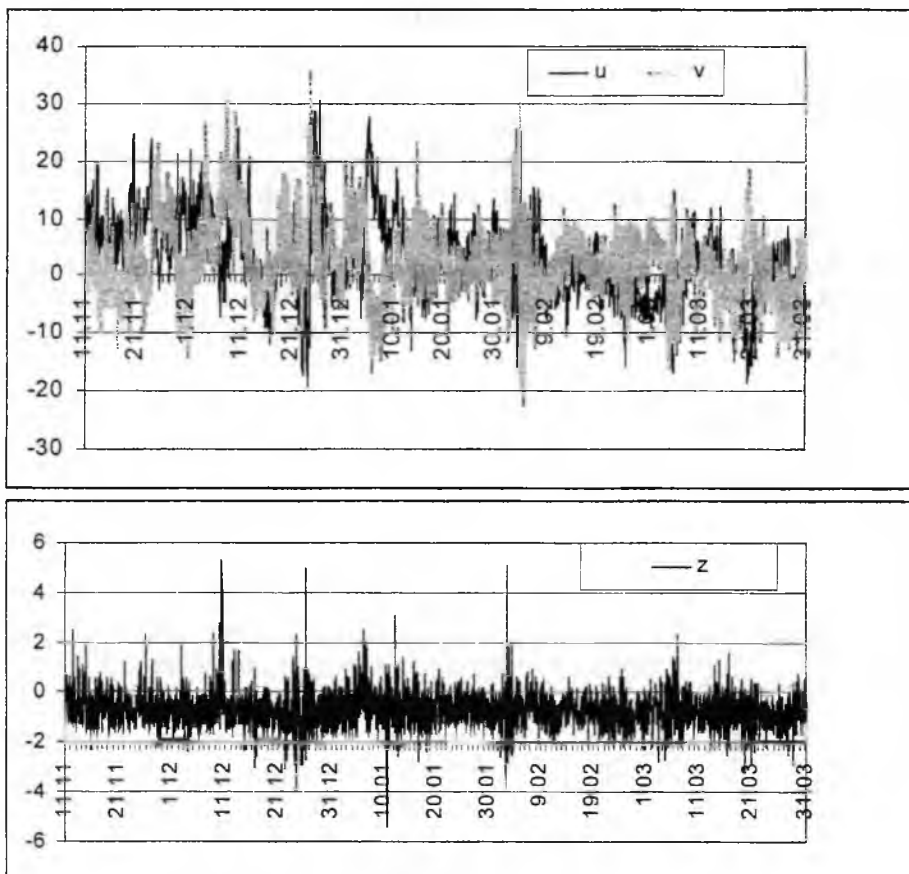


Рис. 8. Проекции вектора скорости течений на параллель, меридиан и вертикальную ось ( $u$ ,  $v$ ,  $z$ , соответственно, в см/с).

восток, позднее стали преобладать течения северо-западных, а в марте — юго-западных румбов.

В середине ноября наблюдалось довольно существенное повышение температуры и солености воды (рис. 10), что говорит о вероятном поступлении теплых и соленых вод течения Соя в центральную часть залива Анива в промежуточном слое. Интересно отметить значительные колебания обоих параметров 15–18 ноября, демонстрировавших процессы интенсивного перемешивания вод. В дальнейшем температура падала примерно до середины января 2001 г., пока не достигла значения около  $-1,5^{\circ}\text{C}$ , после чего ее вариации были незначительны. Соленость, напротив, с середины декабря до конца марта плавно возрастала приблизительно с 31,5 до 33‰, что обусловлено, скорее всего, процессом льдообразования в изучаемом районе.

Приливные течения на данной станции малы — амплитуды преобладающих здесь суточных гармоник составляют около 3 см/с, что свидетельствует о сравнительно небольшой роли приливов в динамике вод в заливе Анива. В среднем приблизительно такие же амплитуды имеют инерционные течения, причем, их интенсивность была наибольшей в начальный период наблюдений — в октябре 2000 г. (амплитуды достигали 20 см/с), а затем постепенно убывала в зимний период.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе приведен краткий обзор результатов экспериментальных исследований течений, проведенных в СахНИРО с помощью ПАБС, установленных на продолжительные периоды времени, позволившие получить обширный современный и представительный материал характеристик течений. В результате анализа данных получен ряд научных и прикладных результатов, что указывает на перспективность избранного метода в направлении океанографических исследований института. Работы имеют продолжение — в апреле 2002 г. поднята станция *Hardy*, которая устанавливалась в районе мыса Ламанон с целью исследования параметров япономорского холодного промежуточ-

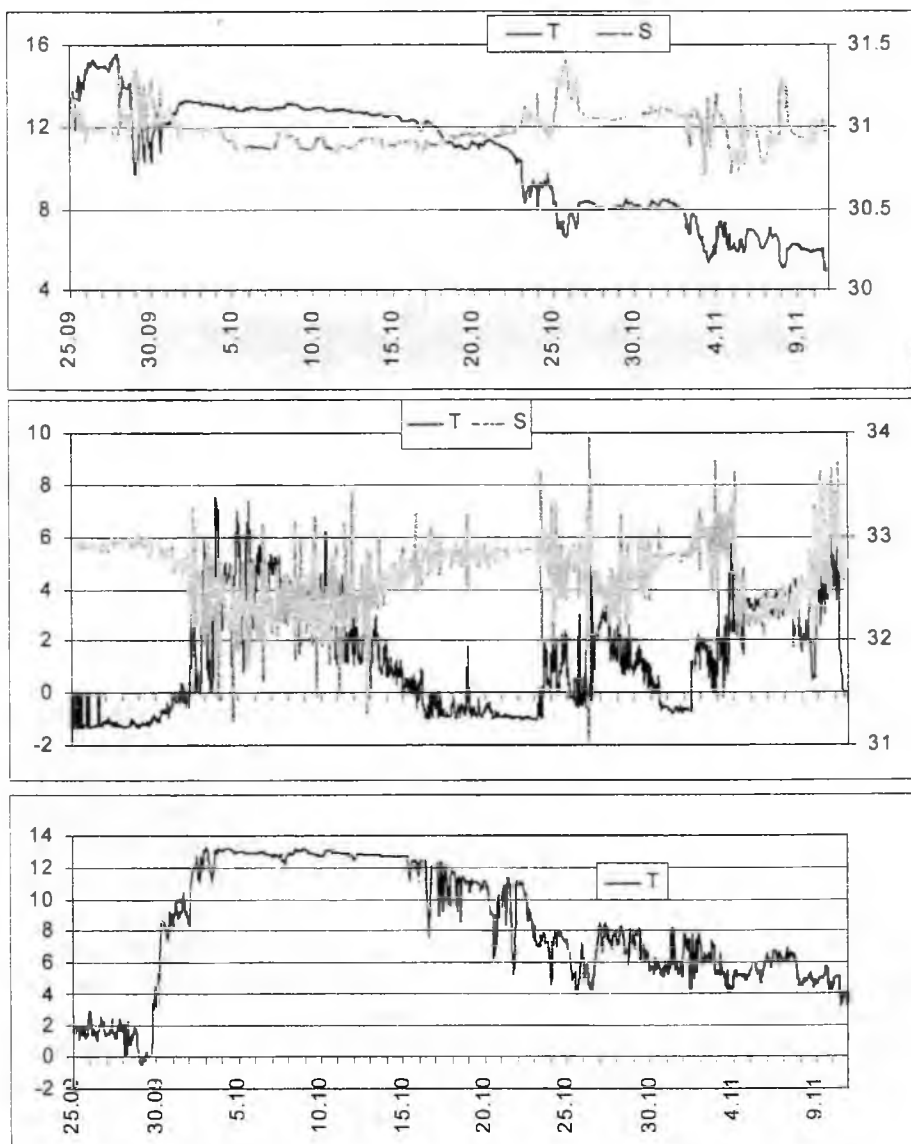


Рис. 9. Вариации температуры ( $^{\circ}\text{C}$ , шкала слева) и солёности ( $\text{‰}$ , шкала справа) на горизонтах около 7 м (верхний рис.), 30 м (средний рис.) и 75 м (нижний рис., датчик солёности не работал) на станции Ева осенью 2000 г.



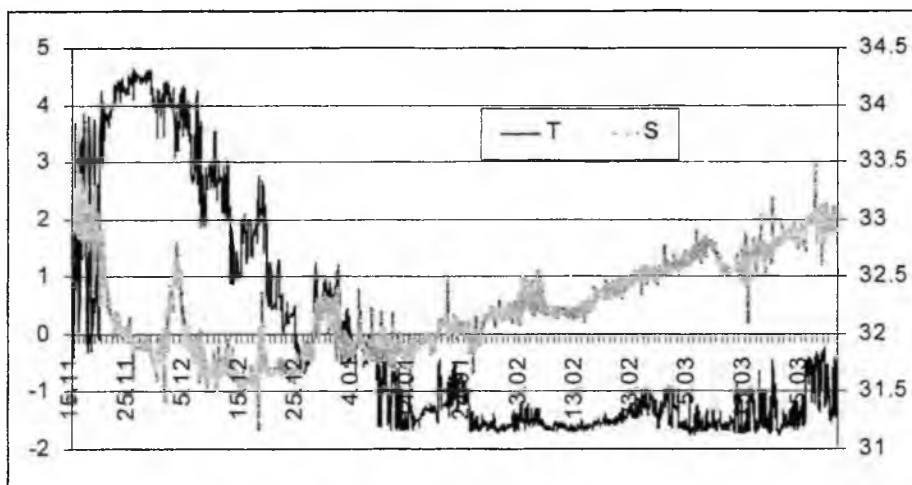


Рис. 10. Вариации температуры и солёности на станции Ева на горизонте 30 м, с 15 ноября 2000 г. по 30 марта 2001 г.

ного слоя и абиотических условий обитания беспозвоночных и рыб в осенне-зимний период на свале глубин Чехово-Ильинского мелководья — одного из продуктивных рыбопромысловых районов Сахалино-Курильского региона.

Более детальное сравнение полученных данных об изменениях скорости и направления течений с измеренными значениями температуры и солёности, данными наблюдений, выполненных на стандартных разрезах, а также полученных дистанционными методами, позволит расширить представления о динамике вод на шельфе Сахалина и применить полученные результаты к гидробиологическим исследованиям СахНИРО.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бобков А. А. Течение Соя и его место в системе вод Южно-Курильского района // Изв. РГО. — 1992. — Т. 124. — Вып. 5. — С. 461—470.
2. Будаева В. Д., Макаров В. Г., Мельникова И. Ю. Диагностические расчеты стационарных течений в заливе Анива и проливе Лаперуза // Тр. ДВНИГМИ. — 1980. — Вып. 87. — С. 66—78.
3. Жуков А. Е. Характеристика динамических процессов на шельфе Сахалина по инструментальным данным // Науч. отчет. — Ю-Сах. : СахНИРО, 1992. — Арх. № 6415. — 78 с.
4. Истошин Ю. В. Течения у берегов Южного Сахалина // Тр. Центр. ин-та прогнозов. Вопр. мор. гидромет. прогнозов. — 1952. — Вып. 044. — С. 140—165.
5. Кантаков Г. А., Шевченко Г. В. Анализ неперiodических течений в проливе Лаперуза (Соя) в связи с изменениями уровня и воздействием ветра // Динамические процессы на шельфе Сах. и Курил. о-вов. — Ю-Сах. : ИМГиГ ДВО РАН, 2001. — С. 62—74.
6. Леонов А. В., Сапожников В. В. Биогидрохимическая модель трансформации органических веществ и ее использование в расчетах первичной продукции в экосистеме Охотского моря // Компл. экосистемы Охот. моря. — М. : Изд-во ВНИРО, 1997. — С. 143—166.
7. 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. — Владивосток : Дальнаука, 1999. — Тем. вып. ДВНИГМИ № 2. — С. 84—95.
8. Пищальник В. М., Бобков А. О. Океанографический атлас шельфовой зоны острова Сахалин. — Ю-Сах. : СахГУ, 2000. — Ч. I. — 174 с.
9. Поезжалова О. С., Шевченко Г. В. Вариации среднего уровня Охотского моря // Цунами и сопутствующие явления. — Ю-Сах. : ИМГиГ ДВО РАН, 1997. — С. 131—144.

10. Путов В. Ф., Райли Д. Е. Программа экологического мониторинга при разведочно-оценочном бурении (работы по ГИН) на северо-восточном шельфе о. Сахалин: площади Аркутун-Даги/Чайво, 1994—1999 // Охрана природы, мониторинг обустройство сах. шельфа. — Ю-Сах. : Сах. книж. изд-во, 2001. — С. 54—80.

11. Шевченко Г. В., Кантаков Г. А. Новые измерения физико-химических параметров морской среды в связи с задачами мониторинга (август-сентябрь 2000 года) // Изв. ТИНРО. — 2002. — (В печати).

12. Шелегова Е. К. Влияние япономорских вод на термический режим и промысел рыб у юго-восточного берега Сахалина // Бюлл. технико-эконом. информ. — Ю-Сах. : СНХ. — 1958. — С. 7—9.

13. Шелегова Е. К. Гидрологические условия в лагуне Буссе в 1963 г. // Аннот. науч. работ по исслед. сырьевой базы рыб. пром-сти Дальнего Востока в 1963—1964 гг. — Владивосток : Дальневост. книж. изд-во, 1967. — С. 7.

14. Шелегова Е. К. Случаи резкого похолодания вод в летний период у юго-западного берега Сахалина // Изв. ТИНРО. — 1960. — Т. 46. — С. 249—251.

15. Юрасов Г. И., Яричин В. Г. Течения Японского моря. — Владивосток : ДВО АН СССР, 1991. — 176 с.

16. Яричин В. Г., Покудов В. В. Формирование структурных особенностей гидрофизических полей и течений в северной глубоководной части Японского моря // Тр. ДВИГМИ. — 1982. — Вып. 96. — С. 86—95.

17. Aota M., Ishikawa M., Yamada T. Dynamic of flow in the Soya Strait // Low Temp. Phys. Sci. — 1988. — No. 47. — P. 147—160.

18. Aota M., Tanaka I., Nakata A., Yagi H. Gradient of sea level and currents in the Strait Soya // 13-th International Sym. On Okhotsk Sea & Sea ice. Abstracts. — Mombetsu, Hokkaido, Japan, 1998. — P. 7—12.

19. Aota M. Studies on the Soya Warm Current // Low Temp. Phys. Sci. — 1975. — No. 33. — P. 152—172.

20. Aota M., Matsuyama M. Tidal current fluctuations in the Soya Current // J. of the Oceanogr. Soc of Japan. — 1987. — Vol. 43. — P. 276—282.

21. Budaeva V. D., Makarov V. G. Modeling of the typical water circulation in the La Perouse Strait and Aniva Gulf region // PICES Sci. Reports. — Sidney; Canada, 1996. — No. 6. — P. 17—20.

22. Dantchenkov M. A., Aubrey D., Riser S. Oceanographic features of La Perouse Strait // PICES Sci. Reports. — Sidney; Canada, 1999. — No. 12. — P. 159—171.

23. Itoh M., Ohshima K. I. Seasonal Variations of Water Masses and Sea Level in the southwestern Part of the Sea of Okhotsk Sea // In Journal of Oceanography. Terrapub. Tokyo. Japan. — 2000. — Vol. 56. — P. 643—654.

24. Kantakov G. A., Shevchenko G. V. In situ observations of Tsushima and West-Sakhalin currents near La Perouse (Soya) Straight // PICES Sci. Reports. — Sidney; Canada, 1999. — No. 12. — P. 177—185.

25. Kantakov G. A., Klitin A. K., Shevchenko G. V., Shirmankina L. S. Tsushima and West-Sakhalin currents driving role on the early Red King crab ontogenetic stages in the Sea of Japan // PICES X Annual Meeting. — Abstracts. — 2001. — Victoria, B. C., Canada. — P. 52—53.

26. Kono T., Riser S. C., Takizawa T., Kawasaki Y. and Wakatsuchi M. Formation observation of the Oyashio water from the mooring observations in the Bussol' Strait // Proceedings of the International Symposium on Atmosphere-Ocean-Cryosphere Interaction in the Sea of Okhotsk and the Surrounding Environment. — Institute of Low Temperature Science. — Sapporo, Japan: Hokkaido University, 2001. — P. 6—7.

27. Mizuta G., Fukamachi Y., Ohshima K. and Wakatsuchi M. Flow field and its seasonal variability off east coast of Sakhalin in the Sea of Okhotsk // Proceedings of the International Symposium on Atmosphere-Ocean-Cryosphere Interaction in the Sea of Okhotsk and the Surrounding Environment. — Institute of Low Temperature Science. — Sapporo, Japan: Hokkaido University, 2001. — P. 20—21.

28. Odamaki M. Tides and tidal currents along the Okhotsk Coast of Hokkaido // J. of the Oceanogr. Soc. of Japan. — 1994. — Vol. 50. — P. 265—279.

29. **Oh I. S., Rabinovich A. B., Park M. S. and Mansurov R. N.** Seasonal Sea Level Oscillations in the East Sea (Sea of Japan) // *The Journal of the Oceanological Society of Korea*. — 1993. — Vol. 28. — No. 1. — P. 1–16.
30. **Riser S.** The exchange of water between the Okhotsk Sea and the North Pacific Ocean, and implications to intermediate water formation // *Proceedings of the International Symposium on Atmosphere-Ocean-Cryosphere Interaction in the Sea of Okhotsk and the Surrounding Environment*. — Institute of Low Temperature Science. — Sapporo, Japan: Hokkaido University, 2001. — P. 2–3.
31. **Talley L. D., Shcherbina A. and Rudnick D.** Moored and lowered ADCP and hydrographic observations in the Okhotsk Sea // *Proceedings of the International Symposium on Atmosphere-Ocean-Cryosphere Interaction in the Sea of Okhotsk and the Surrounding Environment*. — Institute of Low Temperature Science. — Sapporo, Japan: Hokkaido University, 2001. — P. 10–16.
32. **Tanaka I., Nakata A.** A method of monitor the total volume transport of the Soya Warm Current using coastal sea level data // *PICES Ninth annual meeting. Program and Abstracts*. October 20–28, 2000. — Hakodate, Hokkaido, Japan, 2000. — P. 142.
33. **Tanaka I., Nakata A.** Results of direct current measurements in the La Perouse Strait (the Soya Strait) // *PICES Sci. Reports*. — Sidney; Canada, 1999. — No. 12. — P. 173–176.
34. **Thomson R., LeBlond P. and Rabinovich A.** Oceanic Odyssey of a Satellite-Tracked Drifter: North-Pacific variability delineated by a single drifter trajectory // *Journal of Oceanography*. — 1997. — Vol. 53. — P. 81–87.

Кантаков Г. А., Частиков В. Н., Шевченко Г. В. Современные исследования течений в рыбопромысловых районах Сахалино-Курильского региона // 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. 3—21.

В работе приведен обзор постановок притопленных автономных буйковых станций, выполненных лабораторией биологической океанографии СахНИРО в 1996—2001 гг. у южных и юго-западных берегов Сахалина. Дана краткая характеристика особенностей поля течений, а также колебаний температуры и солености в точках постановки приборов.

Табл. — 2, ил. — 10, библиограф. — 34.

Kantakov G. A., Chastikov V. N., Shevchenko G. V. New investigations of the currents in the fishing areas of Sakhalin and Kuril region // 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. 3—21.

Review is included the results of current measurements using autonomous moorings that were installed by laboratory of biological oceanography in 1996—2001 near southern offshore Sakhalin Island. Short description of current field peculiarities, water temperature and salinity oscillations in the spots of measurements are given too.

Tabl. — 2, fig. — 10, ref. — 34.