УДК 574.583+574.58:004.65(265)

И.В. Волвенко*

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

ПЕРВЫЙ ОПЫТ ЭКСПЛУАТАЦИИ НОВОЙ БАЗЫ ДАННЫХ СЕТНОГО ЗООПЛАНКТОНА ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫХ МОРЕЙ И СОПРЕДЕЛЬНЫХ ВОД ТИХОГО ОКЕАНА

Рассматривается уникальная база данных (БД) зоопланктона, собранного большой сетью Джеди с площадью входного отверстия 0,1 м^2 (ячея 0,168 мм) в 1984–2013 гг. в Чукотском, Беринговом, Охотском, Японском морях и северной части Тихого океана: история ее создания, источники и объем содержащейся в ней информации, первый опыт эксплуатации и перспективы, отмечается роль в прикладных биоресурсных и фундаментальных исследованиях. С помощью этой БД уже получено множество новых результатов, касающихся количественной инвентаризации водных биоресурсов и бонитировки водоемов Северной Пацифики. В частности, в 2014–2015 гг. подготовлены и сданы в печать 5 табличных справочников видового состава, встречаемости и обилия зоопланктона важнейшего рыбопромыслового района России, где информация обобщается по видам, стадиям развития, размерным фракциям, стандартным районам, вертикальным слоям воды, светлому и темному времени суток, четырем сезонам года и многолетним периодам. На нескольких примерах показана перспективность создания ГИС и атласов зоопланктона Северной Пацифики с группировкой карт по вышеперечисленным критериям, которые, однако, пришлось отложить до лучших времен из-за сокращения финансирования ТИНРО-центра. В процессе тестовой эксплуатации БД построены карты пространственно-временного распределения различных таксономических и размерных групп планктона. По ним и литературным сведениям сделано предположение об отрицательной связи размеров зоопланктона с температурой, которое нуждается в дополнительной проверке. Также выявлено, что при переходе от светлого к темному времени суток в Охотском и Японском морях плотность концентраций планктона в эпипелагиали увеличивается, а в Беринговом море и в океане, наоборот, уменьшается. Поэтому попытки приведения дневных уловов планктонных сетей к ночным для оценки кормовой базы рыб будут давать в этих парах водоемов противоположные результаты. Другие примеры новых возможностей БД будут опубликованы в следующих статьях.

Ключевые слова: зоопланктон, база данных, обилие, размеры животных, бонитировка акваторий, Тихий океан, Чукотское море, Берингово море, Охотское море, Японское море.

Volvenko I.V. First experience of using a new database on net zooplankton in the Far-Eastern Seas and adjacent Pacific waters // Izv. TINRO. — 2016. — Vol. 187. — P. 19–47.

Unique database on zooplankton collected by 0.1 m^2 Juday planktonic net (mesh size 0.168 mm) in the Chukchi, Bering, Okhotsk, and Japan Seas and the North Pacific in 1984–2013 is presented. History of its creation, sources and volume of the data are described and the first operating experience and prospects of its using for applied and fundamental researches

* *Волвенко Игорь Валентинович, доктор биологических наук, главный научный сотрудник, e-mail: volvenko@tinro.ru.*

Volvenko Igor V., D.Sc., principal researcher, e-mail: volvenko@tinro.ru.

of marine biological resources are explained. Some new results based on this database are discussed. In particular, 5 tabular reference-books of species composition, occurrence and abundance of zooplankton for the main fishing grounds in the Russian part of this region were prepared and published in 2014–2015, where the information is summarized by species, stages of development, size fractions, biostatistical areas, water layers, light and dark time of day, four seasons, and quasi-decadal periods. Charts of spatio-temporal distribution of certain taxonomic and dimensional groups are drawn. Assumption is offered on negative dependence of zooplankton body size on water temperature, that needs additional verification. Vertical zooplankton migrations are considered and there is concluded that its biomass in the upper layer increases usually in the nighttime in the Okhotsk and Japan Seas but in the daytime in the Bering Sea and North Pacific, therefore attempts to recalculate the daytime biomass to the nighttime one using constant coefficients give opposite results for these pairs of regions. Prospects for developing of GIS and atlases of zooplankton for the North Pacific are discussed with examples of charts for the data generalized by abovementioned criteria, but this application is postponed until the best times because of funding reduction.

Key words: zooplankton, database, zooplankton abundance, zooplankton size, Pacific Ocean, Chukchi Sea, Bering Sea, Okhotsk Sea, Japan Sea.

Введение

С конца 1970-х гг. ТИНРО-центр придерживается *экосистемного подхода* к изучению и управлению водными биоресурсами, который подразумевает сбор и анализ данных по всем группам животных, подчеркивает взаимные связи между ними, роль климата и гидрологического режима в колебаниях их численности (Exploitation…, 1984; Шунтов, 1988, 1995, 2010; Шунтов и др., 1997; Лапко, 2000; Бочаров, Шунтов, 2003; Доклады…, 2004*; Дулепова, 2005; The future…, 2009; Булатов, Котенев, 2012; Шунтов, Темных, 2013). В широкомасштабных комплексных морских экспедициях в соответствии с этим подходом последние 40 лет собирается всевозможная информация о морских биоценозах и их абиотическом окружении. При этом учет нектона, бентоса и нектобентоса ведется в основном траловым методом, и каждое траление сопровождается сбором океанологических данных, а с 1984 г. и до настоящего времени на всех станциях по единому стандарту отбираются планктонные и трофологические пробы.

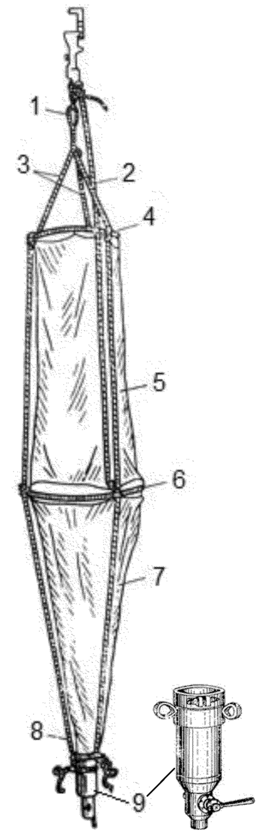
Планктон облавливается большой сетью Джеди (БСД) стандартных размеров из капронового сита № 49 (ячея 0,168 мм) с площадью входного отверстия 0,1 м^2 (рис. 1) от глубины 200 м до поверхности, а там, где глубина менее 200 м, от дна до поверхности. При исследовании верхней пелагиали делаются дополнительные обловы слоя воды 0–50 м. По необходимости производятся обловы других слоев по горизонтам. Обработка проб выполняется по экспресс-методике (Волков, 1984, 1996а, 2008а) с делением их содержимого на 3 размерные фракции: мелкую (длина животных от 0,6 до 1,2 мм), среднюю (1,2–3,2 мм), крупную (> 3,2 мм), а также раздельным анализом этих фракций. Научные группы в море обычно работают в 2 смены, поэтому сбор материалов происходит и днем, и ночью для учета вертикальных суточных миграций целого ряда массовых видов эвфаузиид, некоторых видов копепод и гипериид, которые в светлое время суток опускаются в более глубокие слои за пределы эпипелагиали. Экспедиции проводятся по возможности круглогодично и ежегодно по стандартной сетке станций, регулярно охватывающей всю исключительную экономическую зону (ИЭЗ) России и периодически — сопредельные акватории (Волвенко, 2015а).

Очень важно то, что все эти годы накопление первичных материалов океанологических и траловых съемок ведется централизованно в едином формате по строго выверенному регламенту в лаборатории регионального центра данных ТИНРО-центра (Волвенко, 2014а; Volvenko, 2015), где есть архив, специализированные базы данных (БД), откуда каждый в установленном порядке может получить сами данные или результаты их обработки. Гораздо хуже до последнего времени обстояло дело с материалами планктонных станций, которые накапливались спонтанно и хаотично у отдельных спе-

* Доклады Международной конференции «Рациональное природопользование и управление морскими биоресурсами: экосистемный подход» : Изв. ТИНРО. 2004. Т. 137. 423 с.

Рис. 1. Большая планктонная сеть Джеди (БСД): *1* — петля на шнуре; *2* — шнур, связывающий сетку с замыкателем; *3* — шнуры на верхнем кольце; *4* — верхнее кольцо; *5* — матерчатый конус; *6* — нижнее кольцо; *7* — шелковая сеть; *8* — шнур, удерживающий стаканчик; *9* — стаканчик

Fig. 1. Juday planktonic net: *1* — loop; *2* — cord connecting the net with contactor; *3* — cord on the top ring; *4* — top ring; *5* — cone; *6* — bottom ring; *7* — gauze; *8* — cup-holding cord; *9* — cup



циалистов, побывавших в рейсах, — в тетрадях на полках и в тумбочках, а после появления персональных компьютеров — в электронных таблицах (чаще всего Microsoft Excel) в произвольном объеме и формате. Таким образом, эти данные были доступны и понятны только одному человеку, несопоставимы с аналогичными данными другого специалиста, безвозвратно утрачивались в случае его увольнения (смерти) или просто из-за халатности, неправильного хранения, неосторожного обращения и т.д.* Пока, наконец, в ходе реализации Концепции информационного обеспечения биоресурсных и экосистемных исследований (КИО) (Волвенко, 2015а; Volvenko, 2016) вслед за БД пелагической и донной траловой макрофауны (Волвенко, Кулик, 2011; Волвенко и др., 2012, 2014а, б; Волвенко, 2014б, 2015б; Volvenko, 2014) в ТИНРО-центре в 2012–2014 гг. не была создана, к 2015 г. запущена в тестовую эксплуатацию, а в 2016 г. официально зарегистрирована в Госреестре новая большая БД «*Сетной зоопланктон Северной Пацифики 1984–2013 гг.*» (Волвенко и др., 2016).

Под *макрофауной* подразумеваются организмы с размерами тела от 1 см до нескольких метров и массой тела от граммов до сотен килограммов. Фактически это все животные, которые облавливаются тралами, оснащенными в кутце мелкоячейной вставкой из 10–12-миллиметровой дели, — представители нектона, бентоса и макрозоопланктона**. В отличие от них *мезофауна*, информация о которой обобщается в новой БД, облавливается планктонной сетью. Это организмы с меньшими размерами тела и массой от сотен до тысячных долей миллиграмма; в основном кормовая база траловой макрофауны, морских птиц и млекопитающих, а также личинки беспозвоночных и рыб — так называемый *сетной зоопланктон* (далее в тексте для краткости просто *зоопланктон* без указания на то, что он сетной и без приставки мезо-).

Само название новой БД говорит о том, что она содержит информацию о состоянии и пространственно-временной динамике планктонной части биоценозов, обеспечивающих 90 % российского вылова рыбы и прочих гидробионтов (Бочаров, 2004, 2010), за интервал времени, который охватывает период крупных экосистемных перестроек в биоте этого региона, вызванных глобальными изменениями климато-океанологических и космо-геофизических факторов с начала 1990-х гг. (см. напр.: Shuntov et al., 1993; Шунтов, 1994, 1998; Шунтов и др., 1997, 2007; Шунтов, Темных, 2011). Поэтому трудно переоценить ее роль для экосистемных, биогеографических, трофологических и биоресурсных исследований дальневосточных морей России и сопредельных вод Тихого океана.

---

* До 2012 г. самые большие таблицы по всем районам, кроме Японского моря, были у д-ра биол. наук А.Ф. Волкова.

** К макрозоопланктону (иногда его называют «мегалопланктоном») традиционно относят медуз, гребневиков, пелагических оболочников, а некоторые авторы еще и относительно мелких или малоподвижных рыб и беспозвоночных, неспособных перемещаться против течений.

Цель настоящей статьи — вкратце описать способ создания этой уникальной БД, источники и объем содержащейся в ней информации, ее достоинства и недостатки, некоторые полученные с ее помощью новые результаты, касающиеся количественной инвентаризации водных биоресурсов и бонитировки водоемов Северной Пацифики, дальнейшие перспективы ее использования в прикладных и фундаментальных исследованиях.

Материалы и методы

Исходные данные для БД взяты из карточек обработки планктона (рис. 2), заполненных (от руки на бумажных бланках и/или в виде электронных таблиц) сотрудниками ТИНРО-центра в ходе комплексных экосистемных съемок в Северной Пацифике и восточном секторе Арктики. Из многих сотен работавших здесь научно-исследовательских, научно-промысловых и поисковых рейсов для обработки отобраны материалы лишь 235 (табл. 1, рис. 3), где пробы брались одним и тем же орудием лова и обрабатывались в строгом соответствии с методиками, принятыми в ТИНРО с 1980-х гг. (см. Введение), и при этом одинаково полно и тщательно учитывались все группы зоопланктона.

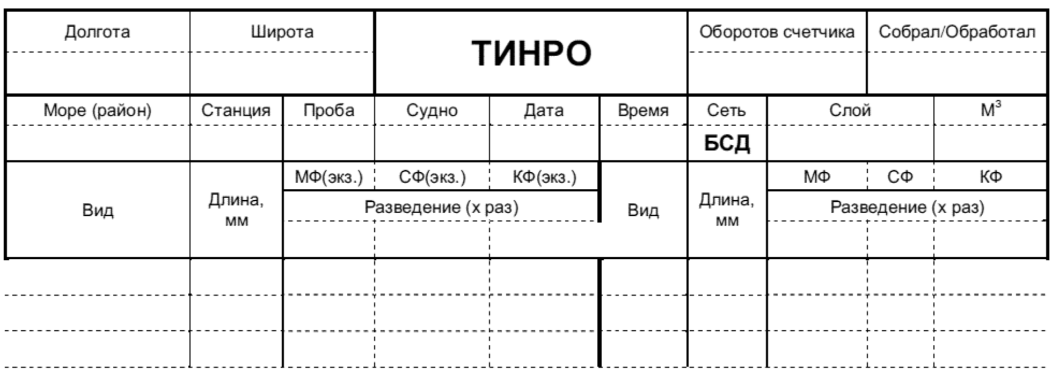


Рис. 2. Один из вариантов стандартного бланка для обработки проб планктона (Волков, 2008а). Здесь размерные фракции зоопланктона обозначены сокращенно: МФ — мелкая, СФ — средняя и КФ — крупная фракции

Fig. 2. A variant of standard form for a plankton sample processing (Волков, 2008а). Abbreviations for size fractions of plankton: МФ — small, СФ — medium, КФ — large

Таблица 1

Список рейсов, материалы которых вошли в новую базу данных

Table 1

List of surveys which materials are included into the database

Рейс		Число станций в различных водоемах					Всего
Тип и название судна	Период работ	Чукотское море	Берингово море	Охотское море	Японское море	Тихий океан	
БМРТ «Мыс Юноны»	27.04–05.06.1984	0	0	55	0	0	55
РТМС «Новокотовск»	30.09–19.11.1984	0	0	95	0	0	95
РТМС «Новодруцк»	07.06–27.09.1985	0	0	0	75	0	75
РТМС «Гиссар»	17.09–07.12.1985	0	0	152	0	1	153
РТМС «Новокотовск»	09.07–08.09.1986	0	0	175	0	1	176
БАТМ «Бабаевск»	11.09–31.10.1986	0	134	0	0	1	135
СРТМ «Антия»	12.11–14.12.1986	0	0	0	22	0	22
РТМС «Гневный»	18.08–04.12.1987	1	214	0	0	117	332
РТМС «Дарвин»	11.04–14.05.1988	0	81	0	0	0	81
СТМ «Проф. Солдатов»	18.05–22.06.1988	0	0	0	28	0	28
СРТМ «Лесозаводск»	19.05–07.07.1988	0	0	0	103	0	103
РТМС «Млечный Путь»	11.06–15.08.1988	0	0	185	0	0	185
РТМС «Новодруцк»	18.10–20.12.1988	0	164	0	0	0	164
СРТМ «Современник»	21–27.04.1989	0	0	0	28	0	28
СРТМ «Современник»	06–31.05.1989	0	0	0	125	0	125

Продолжение табл. 1
Table 1 continued

Рейс		Число станций в различных водоемах					Всего
Тип и название судна	Период работ	Чукотское море	Берингово море	Охотское море	Японское море	Тихий океан	
СТМ «Проф. Солдатов»	26.05–30.07.1989	1	175	0	0	1	177
СТМ «Проф. Кизеветтер»	26.06–19.08.1989	0	0	0	70	0	70
РТМС «Млечный Путь»	28.02–26.06.1990	0	163	47	0	13	223
СРТМ «Тамга»	06.04–10.05.1990	0	0	0	126	0	126
СТМ «Проф. Солдатов»	09.10–18.12.1990	0	133	75	0	0	208
СТМ «Проф. Леванидов»	25.01–04.05.1991	0	0	0	163	0	163
СТМ «Проф. Леванидов»	22.06–14.08.1991	0	31	38	0	5	74
СТМ «Проф. Кагановский»	26.06–13.08.1991	0	21	76	0	16	113
РТМС «Дарвин»	21.10–28.12.1991	0	0	77	0	72	149
СТМ «Проф. Кизеветтер»	12.11.1991–08.01.1992	0	45	0	0	59	104
СТМ «ТИНРО»	03.01–09.03.1992	0	0	125	0	5	130
СТМ «Проф. Кизеветтер»	03.02–29.06.1992	0	0	0	30	0	30
СРТМ «Современник»	28.06.1992–28.06.1992	0	0	0	12	0	12
СТМ «Проф. Леванидов»	03–16.07.1992	0	49	0	0	3	52
СТМ «Проф. Кагановский»	07–09.07.1992	0	0	0	8	0	8
РТМС «Новоульяновск»	14.07–02.08.1992	0	0	82	0	0	82
СТМ «Проф. Кагановский»	14.07–12.08.1992	0	0	90	0	0	90
МРС 055	18.07–18.08.1992	0	0	0	26	0	26
МРС 055	08.06–19.08.1993	0	0	0	23	0	23
СТМ «Проф. Кизеветтер»	16.06–31.07.1993	0	74	35	0	69	178
СТМ «ТИНРО»	27.06–17.08.1993	0	18	66	0	116	200
СТМ «Проф. Солдатов»	01.07–14.08.1993	0	0	180	0	77	257
СТМ «Проф. Леванидов»	02.10–28.12.1993	0	0	0	45	0	45
СТМ «ТИНРО»	05.11.1993–07.01.1994	0	63	0	0	59	122
СТМ «Проф. Кагановский»	18.11.1993–24.03.1994	0	0	98	25	0	123
НИСП «Океан»	24.03–03.04.1994	0	0	0	39	0	39
БМРТ «Мыс Ильмовый»	19.04–12.06.1994	0	0	0	25	0	25
СТМ «Проф. Леванидов»	08.07–18.08.1994	0	0	104	11	1	116
НИС «Акад. Лаврентьев»	29.07–23.08.1994	0	0	77	0	16	93
СТМ «ТИНРО»	05.08–07.11.1994	0	0	164	6	1	171
СТМ «Проф. Леванидов»	09.11.1994–27.01.1995	0	0	61	0	87	148
СТМ «Проф. Кизеветтер»	07.05–16.08.1995	0	0	0	15	0	15
СТМ «Проф. Леванидов»	10.06–15.08.1995	0	106	53	19	46	224
СТМ «ТИНРО»	21.06–08.08.1995	0	0	101	0	36	137
СТМ «Проф. Кагановский»	15.07–11.09.1995	0	0	63	18	51	132
СТМ «ТИНРО»	26.09–05.11.1995	0	0	0	86	0	86
СТМ «Проф. Леванидов»	12.11.1995–12.01.1996	0	0	149	9	28	186
СТМ «Проф. Кагановский»	18.05–21.06.1996	0	0	0	114	0	114
СТМ «Проф. Кизеветтер»	23.06–19.09.1996	0	0	123	20	39	182
СТМ «Проф. Леванидов»	01.07–21.08.1996	0	0	221	0	6	227
СТМ «ТИНРО»	09.03.–09.06.1997	0	0	152	0	0	152
СТМ «Проф. Леванидов»	10.07–11.09.1997	0	0	129	39	0	168
СТМ «ТИНРО»	01.03–26.06.1998	0	0	365	12	0	377
СРТМ «Шурша»	10–16.03.1998	0	0	0	39	0	39
СТМ «Проф. Кагановский»	21.08–04.10.1998	0	79	0	0	0	79
СТМ «ТИНРО»	26.08–01.11.1998	0	0	179	0	14	193
СТМ «ТИНРО»	18.03–13.06.1999	0	0	377	0	0	377
РШ «Chokai Maru»	22.06–13.07.1999	0	0	0	26	0	26
СТМ «ТИНРО»	10.08–08.11.1999	0	281	0	0	1	282
СТМ «Проф. Кагановский»	13.08–12.09.1999	0	0	51	0	8	59
СТМ «ТИНРО»	20.03–13.06.2000	0	0	267	0	0	267
РШ «Chokai Maru»	27.06–07.07.2000	0	0	0	9	0	9
СТМ «ТИНРО»	17.08–25.11.2000	0	243	30	0	13	286
СТМ «Проф. Кагановский»	03.09–05.11.2000	0	0	161	0	0	161
НИС «Проф. Гагаринский»	10–18.11.2000	0	0	0	52	0	52

Продолжение табл. 1
Table 1 continued

Рейс		Число станций в различных водоемах					Всего
Тип и название судна	Период работ	Чукотское море	Берингово море	Охотское море	Японское море	Тихий океан	
СТМ «ТИНРО»	13.04–29.06.2001	0	0	248	0	0	248
СТМ «Проф. Кагановский»	09.08–30.10.2001	0	186	0	0	1	187
СТМ «ТИНРО»	18.08–09.11.2001	0	0	203	0	12	215
СТР «Владимир Сафонов»	02–25.09.2001	0	0	0	57	0	57
СТМ «Проф. Кагановский»	08.03–10.06.2002	0	0	244	0	17	261
МРТ «Бухоро»	27.04–06.05.2002	0	0	0	25	0	25
СТМ «ТИНРО»	16.06–31.10.2002	0	140	141	0	14	295
СТМ «Проф. Леванидов»	17.07–23.08.2002	0	0	39	6	39	84
СТМ «Проф. Кагановский»	13.11–27.12.2002	0	0	120	0	0	120
РС «Потанино»	27.05–11.07.2003	0	0	0	120	0	120
МРС 5005	12.07–18.08.2003	0	0	0	13	0	13
СТМ «ТИНРО»	15.07–25.10.2003	18	245	0	0	60	323
СТМ «Проф. Кагановский»	30.07–24.11.2003	0	0	157	54	18	229
НИС «Kaiyo Maru»	30.08–19.09.2003	0	20	0	0	16	36
РС «Sea Storm»	31.08–08.10.2003	0	67	0	0	0	67
СТМ «ТИНРО»	11–13.11.2003	0	0	0	8	0	8
СТМ «Проф. Кагановский»	19.03–04.06.2004	0	0	139	0	16	155
РС «Потанино»	16.04–31.05.2004	0	0	0	176	0	176
СТМ «ТИНРО»	05.06–12.11.2004	0	97	0	12	194	303
НИС «Kaiyo Maru»	26.06–08.07.2004	0	28	0	0	7	35
СТМ «Проф. Кагановский»	26.07–04.11.2004	0	0	280	1	0	281
РС «Sea Storm»	14.08–30.09.2004	0	85	0	0	0	85
СТМ «Проф. Кагановский»	15.03–09.06.2005	0	0	283	0	30	313
ПМБ ВМ-0001	14–17.04.2005	0	0	0	20	0	20
РС «Убежденный»	22.04–21.05.2005	0	0	0	181	0	181
СТМ «ТИНРО»	05.06–23.11.2005	0	305	0	11	26	342
СТМ «Проф. Кагановский»	15.06–22.07.2005	0	0	134	0	0	134
РШ «Chokai Maru»	23.06–12.07.2005	0	0	0	31	0	31
МРТ «Бухоро»	23.06–05.08.2005	0	0	0	48	0	48
РС «Sea Storm»	14.08–06.10.2005	0	68	0	0	0	68
СТМ «Проф. Кагановский»	24.10–12.11.2005	0	0	45	8	0	53
НИС «Kaiyo Maru»	28.01–01.03.2006	0	0	0	0	26	26
НИС «Kaiyo Maru»	24.04–17.06.2006	0	12	0	0	59	71
РС «Убежденный»	06–21.05.2006	0	0	0	176	0	176
СТМ «ТИНРО»	09.06–12.10.2006	0	173	0	8	168	349
РС «Sea Storm»	17.08–20.09.2006	0	55	0	0	0	55
СТМ «Проф. Кагановский»	09.10–05.12.2006	0	0	90	18	0	108
НИС «П. Гордиенко»	18.02–01.03.2007	0	0	0	12	0	12
СТМ «Проф. Кагановский»	10.03–02.06.2007	0	0	256	0	41	297
МРБ «Кальмар»	23–27.05.2007	0	0	0	10	0	10
СТМ «ТИНРО»	06.06–14.11.2007	0	305	0	20	56	381
МРБ «Кальмар»	08–09.06.2007	0	0	0	25	0	25
РШ «Россинантэ»	14–15.06.2007	0	0	0	16	0	16
МРБ «Кальмар»	14–15.06.2007	0	0	0	10	0	10
МРТ «Бухоро»	18.06–06.08.2007	0	0	0	37	0	37
МРБ «Кальмар»	19–23.06.2007	0	0	0	16	0	16
РШ «Chokai Maru»	23.06–10.07.2007	0	0	0	29	0	29
МРБ «Кальмар»	02–03.07.2007	0	0	0	9	0	9
СТМ «Проф. Кагановский»	07–31.07.2007	0	0	116	0	0	116
МРБ «Кальмар»	10.07.2007–10.07.2007	0	0	0	5	0	5
РШ «Россинантэ»	10–12.07.2007	0	0	0	16	0	16
МРБ «Кальмар»	16–17.07.2007	0	0	0	14	0	14
МРБ «Кальмар»	23–24.07.2007	0	0	0	9	0	9
МРБ «Кальмар»	05–06.08.2007	0	0	0	28	0	28
РШ «Россинантэ»	15–17.08.2007	0	0	0	21	0	21

Продолжение табл. 1
Table 1 continued

Рейс		Число станций в различных водоемах					
Тип и название судна	Период работ	Чукотское море	Берингово море	Охотское море	Японское море	Тихий океан	Всего
РС «Sea Storm»	15.08–08.10.2007	0	68	0	0	0	68
РС «Потанино»	17.08–27.10.2007	0	0	0	47	0	47
МРБ «Кальмар»	20–23.08.2007	0	0	0	21	0	21
МРБ «Кальмар»	03–07.09.2007	0	0	0	24	0	24
НИС «Oscar Dyson»	05–16.09.2007	23	16	0	0	0	39
РШ «Россинантэ»	10–12.09.2007	0	0	0	21	0	21
МРБ «Кальмар»	03–07.10.2007	0	0	0	27	0	27
СТМ «Проф. Кагановский»	04.10–27.12.2007	0	0	213	18	0	231
РШ «Россинантэ»	05–10.10.2007	0	0	0	21	0	21
РС «Убежденный»	11–17.12.2007	0	0	0	65	0	65
СТМ «Проф. Кагановский»	27.03–08.06.2008	0	0	268	0	19	287
МРБ «Кальмар»	21–29.04.2008	0	0	0	23	0	23
МРБ «Кальмар»	12–15.05.2008	0	0	0	27	0	27
РШ «Россинантэ»	19.05–11.06.2008	0	0	0	41	0	41
МРБ «Кальмар»	02–09.06.2008	0	0	0	28	0	28
СТМ «ТИНРО»	08.06–06.11.2008	25	304	0	20	130	479
МРБ «Кальмар»	19–26.06.2008	0	0	0	27	0	27
РШ «Россинантэ»	01–04.07.2008	0	0	0	36	0	36
МРБ «Кальмар»	07–09.07.2008	0	0	0	27	0	27
МРБ «Кальмар»	29–30.07.2008	0	0	0	17	0	17
РШ «Россинантэ»	05–08.08.2008	0	0	0	32	0	32
МРБ «Кальмар»	08–18.08.2008	0	0	0	21	0	21
МРБ «Кальмар»	01–04.09.2008	0	0	0	27	0	27
РШ «Россинантэ»	08–12.09.2008	0	0	0	29	0	29
НИС «Oscar Dyson»	11–26.09.2008	0	32	0	0	0	32
МРБ «Кальмар»	22–29.09.2008	0	0	0	25	0	25
РШ «Россинантэ»	09–14.10.2008	0	0	0	37	0	37
СТМ «Проф. Кагановский»	13.10–10.12.2008	0	0	213	0	0	213
ПМБ ВМ-0001	05.11.2008–05.11.2008	0	0	0	10	0	10
СТМ «ТИНРО»	01.02–20.04.2009	0	0	0	15	217	232
СТМ «Проф. Кагановский»	18.03–30.05.2009	0	0	301	0	41	342
СТМ «Проф. Кизеветтер»	26.03–17.05.2009	0	0	0	215	0	215
МРБ «Кальмар»	12–21.05.2009	0	0	0	31	0	31
СТМ «Проф. Кагановский»	02.06–02.07.2009	0	0	0	0	170	170
СТМ «ТИНРО»	06.06–08.10.2009	0	162	205	8	44	419
МРБ «Кальмар»	15–25.06.2009	0	0	0	31	0	31
РШ «Россинантэ»	22–25.06.2009	0	0	0	28	0	28
СТМ «Проф. Кизеветтер»	04–05.07.2009	0	0	0	8	0	8
МРБ «Кальмар»	13–27.07.2009	0	0	0	37	0	37
РШ «Россинантэ»	15–27.07.2009	0	0	0	27	0	27
МРБ «Кальмар»	10–24.08.2009	0	0	0	33	0	33
РШ «Россинантэ»	13–24.08.2009	0	0	0	16	0	16
СТМ «Проф. Кагановский»	19.08–20.11.2009	0	229	137	8	34	408
РТ «Epic Explorer»	30.08–13.09.2009	0	39	0	0	0	39
НИС «Oscar Dyson»	03–26.09.2009	0	51	0	0	0	51
МРБ «Кальмар»	14–23.09.2009	0	0	0	33	0	33
РШ «Россинантэ»	15–23.09.2009	0	0	0	14	0	14
МРБ «Кальмар»	12–15.10.2009	0	0	0	24	0	24
СТМ «ТИНРО»	17.02–03.05.2010	0	0	0	8	152	160
СТМ «Проф. Кагановский»	14.03–28.05.2010	0	0	282	0	47	329
МРБ «Эдулис»	12–17.05.2010	0	0	0	21	0	21
МРТК «Янтарь»	25–26.05.2010	0	0	0	20	0	20
МРБ «Эдулис»	27.05.2010–27.05.2010	0	0	0	9	0	9
СТМ «Проф. Кагановский»	01.06–08.07.2010	0	0	0	0	210	210
МРТК «Янтарь»	12–18.06.2010	0	0	0	20	0	20

Окончание табл. 1
Table 1 finished

Рейс		Число станций в различных водоемах					Всего
Тип и название судна	Период работ	Чукотское море	Берингово море	Охотское море	Японское море	Тихий океан	
МРБ «Эдулис»	17–22.06.2010	0	0	0	29	0	29
СТМ «ТИНРО»	26.06–24.10.2010	37	268	0	6	0	311
МРТК «Янтарь»	06–08.07.2010	0	0	0	20	0	20
МРБ «Эдулис»	12–15.07.2010	0	0	0	27	0	27
МРТК «Янтарь»	09–10.08.2010	0	0	0	13	0	13
МРБ «Эдулис»	10–18.08.2010	0	0	0	27	0	27
НИС «Oscar Dyson»	18.08–16.09.2010	0	71	0	0	0	71
МРТК «Янтарь»	08–15.09.2010	0	0	0	54	0	54
РТ «Epic Explorer»	08.09–04.10.2010	0	67	0	0	0	67
МРБ «Эдулис»	16–28.09.2010	0	0	0	27	0	27
СТМ «Проф. Кагановский»	23.09–20.11.2010	0	140	142	0	58	340
МРТ «Бухоро»	17.10–29.11.2010	0	0	0	72	0	72
МРТК «Янтарь»	28.10.2010–28.10.2010	0	0	0	10	0	10
СТМ «ТИНРО»	24.02–07.04.2011	0	0	0	0	120	120
СТМ «Проф. Кагановский»	18.03–05.07.2011	0	158	302	0	119	579
МРТ «Бухоро»	30.03–09.05.2011	0	0	0	88	0	88
МРБ «Эдулис»	16–18.05.2011	0	0	0	21	0	21
МРТК «Янтарь»	20.05.2011–20.05.2011	0	0	0	9	0	9
МРТК «Янтарь»	03.06.2011–03.06.2011	0	0	0	7	0	7
МРБ «Эдулис»	15–18.06.2011	0	0	0	21	0	21
МРТК «Янтарь»	20.06.2011–20.06.2011	0	0	0	5	0	5
МРТК «Янтарь»	30.06–16.07.2011	0	0	0	47	0	47
МРБ «Эдулис»	14–19.07.2011	0	0	0	20	0	20
МРБ «Эдулис»	16–18.08.2011	0	0	0	17	0	17
МРТК «Янтарь»	19.08.2011–19.08.2011	0	0	0	8	0	8
РТ «Epic Explorer»	21.08–19.09.2011	0	75	0	0	0	75
НИС «Oscar Dyson»	23.08–15.09.2011	0	49	0	0	0	49
СТМ «Проф. Кагановский»	03.09–06.11.2011	0	75	240	8	0	323
МРБ «Эдулис»	12–14.09.2011	0	0	0	20	0	20
МРТК «Янтарь»	15.09.2011–15.09.2011	0	0	0	7	0	7
МРТК «Янтарь»	28–29.09.2011	0	0	0	13	0	13
МРТК «Янтарь»	05–15.10.2011	0	0	0	15	0	15
СТМ «ТИНРО»	19.10–24.11.2011	0	0	115	0	0	115
СТМ «Проф. Кагановский»	20–21.03.2012	0	0	0	7	0	7
СТМ «Проф. Кизеветтер»	23.03–02.06.2012	0	0	278	0	47	325
МРТ «Бухоро»	06.04–29.05.2012	0	0	0	97	0	97
МРБ «Эдулис»	14–17.05.2012	0	0	0	27	0	27
МРБ «Эдулис»	14–28.06.2012	0	0	0	47	0	47
СТМ «Проф. Кагановский»	29.06–26.10.2012	0	299	0	8	24	331
МРБ «Эдулис»	09–13.07.2012	0	0	0	18	0	18
МРТК «Янтарь»	21.07–02.08.2012	0	0	0	56	0	56
СТМ «ТИНРО»	28.07–19.12.2012	0	0	261	51	36	348
МРБ «Эдулис»	13–17.08.2012	0	0	0	25	0	25
НИС «Oscar Dyson»	19.08–15.09.2012	0	77	0	0	0	77
МРБ «Эдулис»	19–24.09.2012	0	0	0	23	0	23
СТМ «Проф. Кизеветтер»	13.11–13.12.2012	0	0	117	0	0	117
СТМ «Проф. Кагановский»	19.03–09.07.2013	0	182	276	0	107	565
МРТ «Бухоро»	20.03–11.05.2013	0	0	0	91	0	91
МРБ «Эдулис»	21–27.05.2013	0	0	0	18	0	18
МРБ «Эдулис»	17–20.06.2013	0	0	0	14	0	14
МРБ «Эдулис»	18–23.07.2013	0	0	0	17	0	17
МРБ «Эдулис»	12–17.08.2013	0	0	0	23	0	23
СТМ «ТИНРО»	20.08–20.11.2013	0	227	165	0	2	394
СТР «Владимир Сафонов»	26.08–05.09.2013	0	0	0	20	0	20
МРБ «Эдулис»	09–12.09.2013	0	0	0	23	0	23
Всего	27.04.1984–20.11.2013	105	6449	10488	5131	3339	25512

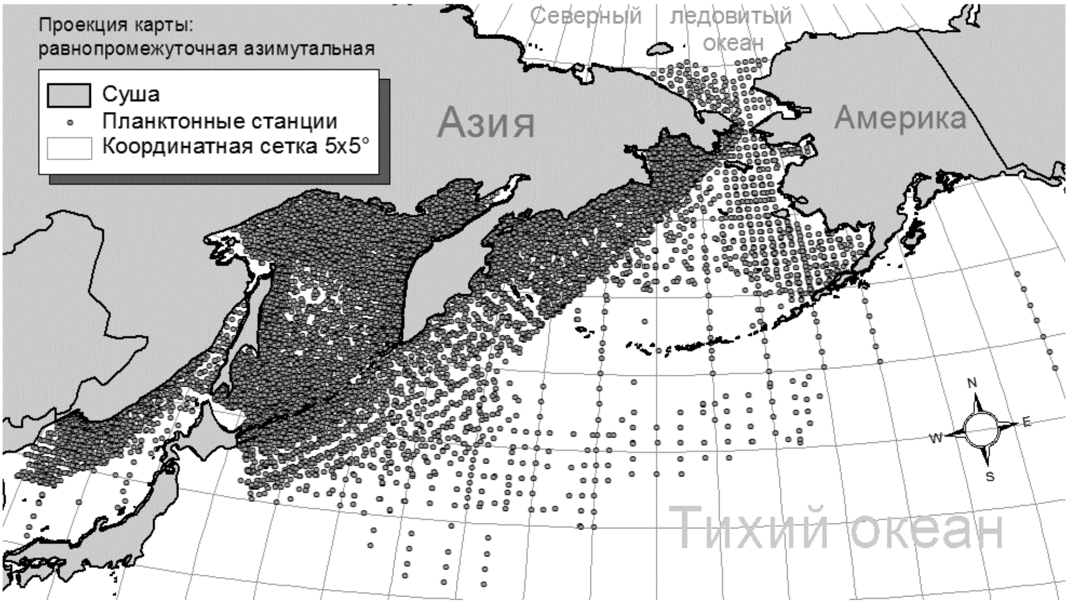


Рис. 3. Пространственное распределение по всей обследованной акватории 25512 планктонных станций, информация с которых занесена в базу данных

Fig. 3. Spatial distribution of zooplankton samples over the entire surveyed region (fishery district 25512), which data are included into the database

Как видно из данных табл. 1, более 1100 таких учетных станций сделано с бортов иностранных судов. Рыболовный сейнер «Sea Storm», НИС «Oscar Dyson» (США) и «Kaiyo Maru» (Япония) выполняли синхронные траловые и планктонные съемки в основном в средней и восточной частях Берингова моря* по международной программе «BASIS» (Bering-Aleutian Salmon International Survey), организованной странами-участницами NPAFC (North Pacific Anadromous Fish Commission), в 2002–2012 гг. В Японском море 95 учетных станций в 1999–2007 гг. сделаны с борта японской рыболовной шхуны «Chokai Maru». На всех этих судах работали планктонологи ТИНРО-центра, которые отбирали пробы тем же орудием лова и обрабатывали их по той же методике, что и на всех российских. Планктонные пробы в ИЭЗ КНДР (рис. 3) взяты с отечественных судов, выполнявших там стандартные комплексные исследования биоресурсов по межправительственному соглашению. Поэтому еще раз отмечу, что абсолютно все материалы, вошедшие в БД, независимо от места и времени их сбора полностью сопоставимы между собой.

Фактически подготовка к созданию БД началась с предварительной оцифровки этих первичных данных планктонологами ТИНРО-центра в формате Excel. По ее результатам д-р биол. наук А.Ф. Волков любезно предоставил мне файл (168 Мб) с четырьмя таблицами размером 244 столбца на 41809 строк, в котором содержалась информация о станциях, выполненных в Чукотском, Беринговом, Охотском морях и в северной части Тихого океана, с данными о численности (экз./м^3) и биомассе (мг/м^3) планктеров, облавливаемых БСД, вычисленных с поправками на уловистость, и сведениях о значениях этих поправок. Аналогичные таблицы (14 Мб) по Японскому морю только без данных о биомассе планктона были подготовлены канд. биол. наук Н.Т. Долгановой. Подобными таблицами планктонологи довольствовались в своей работе в течение многих лет**. Существенные недостатки такого подхода к хранению и обработке данных стали обнаруживаться лишь в последнее время по мере их накопления.

---

* Благодаря этим экспедициям удалось зафиксировать влияние продолжительных климатических флюктуаций на планктон и, как следствие, на питание обитающих там рыб, в том числе тихоокеанских лососей (см. напр.: Волков и др., 2009; Волков, 2012, 2014), для изучения которых эти экспедиции и были организованы.

** В некоторых публикациях (напр.: Дулепова, 2014; Волков, 2015) сами они назывались базой данных «Планктон» еще до того, как информация из них была импортирована в настоящую БД.

К 2014 г. в соответствии с планами по реализации КИО эти таблицы были объединены и преобразованы мной в реляционную БД на основе СУБД Microsoft Access. Некоторые явные преимущества такой формы хранения данных представлены в табл. 2.

Таблица 2

Сравнение двух форм хранения данных из планктонных карточек до и после создания базы данных

Table 2

Forms of zooplankton data storage before and after the database creation

Исходные электронные таблицы	Итоговая реляционная база данных
Огромное число колонок (переменных), в которых большинство значений равны нулю для необнаруженных видов	Нет лишних переменных и нулей
Для каждой станции «шапка» карточки дублируется семикратно	Нет повторов — все записи уникальны
Много текстовых значений	Текст заменен числовыми кодами (меньше места и быстрее обработка)
Содержит данные и результаты вычислений	Хранятся только исходные данные
Опечатки «.» вместо «,» или т.п. дают ошибки	Невозможно ошибиться в формате данных или сделать опечатку в латыни
Есть ограничения по числу строк и столбцов	Объем сохраняемых данных не ограничен
Возможны только простейшие варианты сортировки и выборки данных с малой скоростью при большой величине файла	Файл в разы меньше, а возможности и скорости обработки данных многократно больше

При разработке структуры этой БД использовались отраслевые нормы, унифицированные формы, кодификаторы (Унифицированные…, 1976*; Кодификатор…, 1980**; Инструкция…, 1982***), предыдущий опыт и некоторые разработки, использованные при создании БД траловой макрофауны (Волвенко и др., 2012, 2014а, б). В ходе работы над ней выявлены тысячи ошибок, опечаток и пропусков в исходных данных. В частности, исправлены координаты, названия водоемов и номера районов, даты и время отбора проб, попадание их на светлое или темное время суток, названия судов и номера рейсов, синонимы и устаревшие названия видов, отнесения размерных групп не к тем фракциям, отсутствующие и/или неверные значения численности N и биомассы M; удалены дублированные записи; устранены ошибки форматов данных.

При этом для Чукотского, Берингова, Охотского, Японского морей и Тихого океана обнаружены и исправлены записи, дающие «выбросы» средней индивидуальной массы особей $W = M/N$ (мг/экз.) из-за ошибочных значений численности N (экз./м^3) или биомассы M (мг/м^3) вида в улове: там, где значения W отличались от известных для этого вида среднемноголетних**** по модулю более чем на 20 %, показатели обилия были пересчитаны по формулам $N = M/W$ и $M = N \cdot W$ исходя из среднемноголетних W и того, что (по сведениям, полученным от сборщиков материалов) до 1988 г. включительно при обработке проб точнее оценивалась биомасса, а с 1999 г. — численность.

Как уже упомянуто выше, для Японского моря изначально отсутствовали данные о биомассе, поэтому по имеющимся в БД данным о N и среднемноголетним значениям W, взятым из стандартных таблиц сырого веса (Микулич, Родионов, 1975; Борисов и др., 2004) с изменениями и дополнениями Н.Т. Долгановой, были рассчитаны M планктеров в каждой пробе по формуле $M = N \cdot W$.

---

* Унифицированные формы регистрации промыслово-биологической информации в рыбном хозяйстве (инструкция по заполнению и перфорации). М.: ВНИРО, 1976. 164 с.

** Кодификатор видов зоопланктона. М.: ВНИРО, ПИНРО, 1980. 96 с.

*** Инструкция по заполнению унифицированных форм регистрации промыслово-биологических данных. М.: ВНИРО, 1982. 163 с.

**** Они взяты из стандартных таблиц сырого веса (Борисов и др., 2004) с изменениями и дополнениями А.Ф. Волкова.

Затем было выполнено картирование встречаемости всех видов/групп каждой из фракций на обследованной акватории. По результатам анализа карт наименования видов, оказавшихся чрезвычайно далеко за пределами известных для них ареалов, исправлены на наименования видов, внешне схожих с первыми, но распространенных на месте съемки.

Все перечисленные исправления предварительно согласованы со специалистами.

После этого данные по относительному обилию гидробионтов из отнесенных к кубометру с учетом уловистости пересчитаны обратно в первичные. Теперь в БД содержатся не результаты вычислений, а исходные материалы для них: данные фактических измерений и списки применявшихся поправок на уловистость для каждого из объектов. В итоге из БД удалены теперь уже лишние поля, и ее размер уменьшился до 52,6 Мб. При этом первоначальные таблицы в том виде, в котором они были подготовлены А.Ф. Волковым и Н.Т. Долгановой, только уже без ошибок, мгновенно воспроизводятся простыми запросами к БД. Вместе с тем появилась возможность пересчитать N и M, если понадобится, с применением других коэффициентов уловистости.

Таким образом, работа над созданием этой БД почти завершилась в 2014 г., однако только в начале 2016 г. она официально зарегистрирована в Госреестре РФ, поскольку в соответствии с регламентом, предусмотренным КИО (см.: Волвенко, 2015а–в; Volvenko, 2016), почти весь 2015 г. ушел на окончательную проверку информации, содержащейся в БД, с помощью производных от нее баз знаний, включающих в себя уже не исходные данные, а результаты их математической обработки. Попутно по результатам этой проверки были подготовлены табличные справочники по планктону дальневосточных морей и северо-западной части Тихого океана (СЗТО), речь о которых пойдет в следующем разделе.

Для этого N и M каждой таксономической группы животных, каждой стадии развития или размерной группы в каждой фракции на единицу обловленного объема — кубический метр (соответственно в экз./м^3 и мг/м^3) — для каждой планктонной станции (рис. 3) заново вычислены по формулам

$$N = \frac{n \cdot p}{v} = \frac{n \cdot p}{0{,}1 \cdot (h_1 - h_2)} \text{ и } M = \frac{m \cdot p}{v} = \frac{m \cdot p}{0{,}1 \cdot (h_1 - h_2)},$$

где n — число; m — масса представителей этого вида/стадии/группы/фракции в улове, экз., мг; v — объем воды, процеженной планктонной сетью, м^3; h_1 — начальная, h_2 — конечная глубины облова, определенные с учетом угла наклона троса (см. напр.: Волков, 2008а), м; $h_1 - h_2$ — пройденное сетью расстояние, м; p — безразмерная поправка на уловистость; константа 0,1 — площадь входного отверстия сети, м^2.

Данный способ расчета отличается от общепринятых только введением поправки p, компенсирующей недоучет гидробионтов, обусловленный несовершенством орудия лова. Эта поправка, необходимость которой признается многими планктонологами (см. напр.: Clutter, Anraku, 1968; Киселев, 1969; Грезе и др., 1975; Мусаева, Незлин, 1995; Горбатенко, Долганова, 2006, 2007; Волков, 2008а), представляет собой величину, обратную классическому коэффициенту уловистости. По первоначальному определению (Баранов, 1933) коэффициент уловистости — отношение количества пойманных животных ко всему количеству животных, находившихся в зоне облова. Он вводится сомножителем в знаменатель уравнения для расчета плотности концентрации гидробионтов (см. напр.: Атлас…, 2003–2006; Нектон…, 2003–2006; Макрофауна…, 2012а–в, 2014а–д) и может варьировать в диапазоне от 0 до 1. Соответственно, обратная ему величина — поправка на уловистость, традиционно применяемая планктонологами ТИНРО, $p \geq 1$ — вводится сомножителем в числитель. Принятые ими значения поправки в зависимости от таксономической принадлежности, фракции, стадии развития или размерной группы зоопланктона варьируют от 1 до 10 (см.: Сетной зоопланктон..., в печати, а–д).

Далее по относительным значениям M вычислялось абсолютное обилие в тысячах тонн каждого из видов, отдельных стадий их развития, размерных классов, надвидовых таксономических и экологических групп, фракций, всего зоопланктона для различных слоев пелагиали и периодов времени в стандартных районах осреднения биостатистической информации (рис. 4). Все это передавалось на верификацию специалистам-планктонологам. В случае обнаружения ими ошибок исходные данные редактировались, и вся вышеописанная процедура повторялась заново. Этот цикл продолжался до тех пор, пока все недостатки не устранились, и БД приобрела окончательный вид.

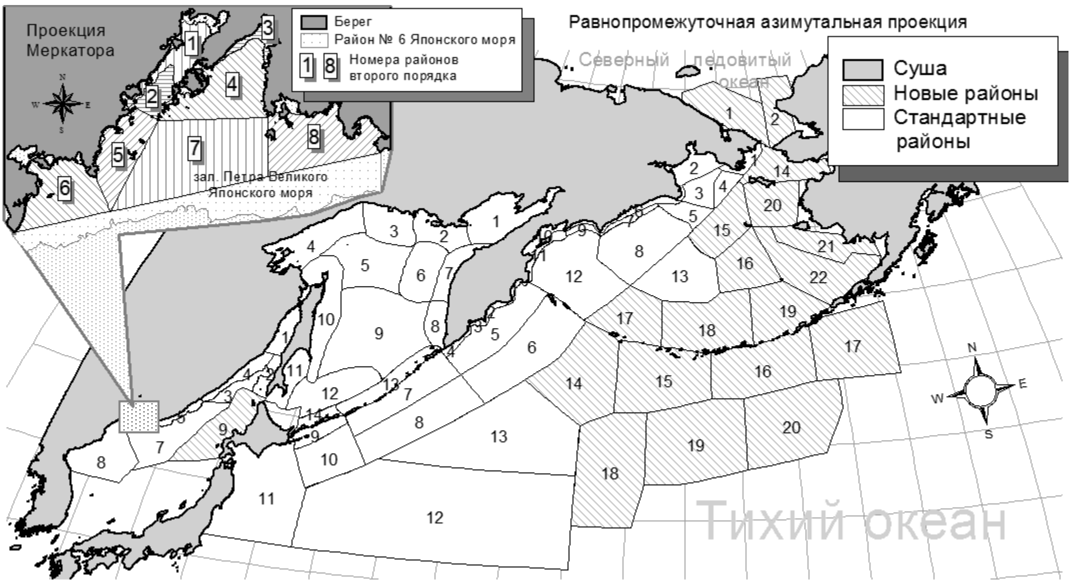


Рис. 4. Стандартные районы осреднения биостатистической информации на акваториях постоянного (*светлые*) и периодического (*заштрихованные*) мониторинга. Вверху слева на вставке районы 2-го порядка, на которые делится 6-й район Японского моря

Fig. 4. Standard areas of biostatistical information averaging in the areas of regular (*light*) and irregular (*hatched*) monitoring. Upper left insert: sub-areas within the biostatistical area 6 in the Japan Sea

Получившаяся в итоге БД — объединенный, структурированный, тщательно проверенный и отредактированный компактный массив данных*, оптимизированный для их комплексной скоростной обработки. Он содержит информацию 25512 планктонных станций (см. рис. 3, табл. 1), выполненных с 27.04.1984 по 12.09.2013 гг. в 235 рейсах, с данными о 214 таксономических группах зоопланктона (табл. 3).

Результаты и их обсуждение

В ходе реализации многократно упомянутой выше КИО по материалам БД в 2015 г. подготовлены и сданы в печать 5 табличных справочников (Сетной зоопланктон..., в печати, а–д) видового состава и обилия зоопланктона важнейшего рыбопромыслового района России (рис. 5). Три из них посвящены дальневосточным морям: западной части Берингова, северо-западной Японского и Охотскому; один — СЗТО. На карте (см. рис. 3) хорошо видна повышенная плотность расположения станций на этих участках, поскольку они входят в акваторию постоянного мониторинга, осуществляемого ТИНРО-центром, и изучены гораздо лучше других. Отдельный том посвящен зал. Петра Великого. Это сделано с учетом уникальности фауны залива, того, что на его побережье находится большая часть населения и промышленности Дальнего Востока России, особой перспективности его для развития марикультуры, а также того, что в отличие от большинства других районов дальневосточных морей только здесь достаточно полно исследован планктон неритической зоны. Суммарный объем всех новых табличных справочников составляет почти 5 тыс. страниц.

* В минимальной комплектации БД представляет собой один файл Microsoft Access величиной 52,6 Мб, в котором содержится 9 таблиц и 35 запросов. По мере ее наполнения новыми данными и средствами их обработки (формы, запросы, отчеты, макросы, программные модули, вспомогательные таблицы) размер файла может неограниченно возрастать.

Таблица 3

Состав мезофауны, обнаруженной на обследованной акватории (рис. 3), информация о которой есть в базе данных

Table 3

Species composition of mesofauna found in the surveyed area (see Fig. 3) and represented in the database

Таксономическая/экологическая группа	Число видов в БД	В том числе по водоемам				
		Чукотское море	Берингово море	Охотское море	Японское море	Тихий океан
Веслоногие (копеподы)	94	25	47	43	61	75
Желетелые (медузы, гребневики, пелагические оболочники)	29	4	8	8	17	16
Бокоплавы (амфиподы)	22	4	9	7	8	18
Эвфаузииды	18	5	9	7	7	17
Мизиды	11	1	1	1	11	1
Щетинкочелюстные (хетогнаты)	8	1	2	2	1	8
Ветвистоусые (кладоцеры)	8	3	3	3	6	3
Крылоногие моллюски (птероподы)	6	2	2	2	3	5
Простейшие (протисты)	4	0	2	2	4	2
Планктонные полихеты	1	1	1	1	0	1
Кумовые раки*	1	1	1	1	1	1
Ракушковые раки (остракоды)*	1	1	1	1	1	1
Равноногие раки (изоподы)*	1	0	0	0	1	0
Меропланктон (личинки донных животных)	10	7	9	7	9	9
Всего не менее	214	55	95	85	130	157

Примечание. Звездочкой помечены 3 сборные группы, представители которых не идентифицированы до вида.

Рис. 5. Пять табличных справочников по планктону дальневосточных морей и СЗТО, подготовленных по материалам новой базы данных сетного зоопланктона

Fig. 5. Five tabular reference books on plankton of the Far-Eastern Seas and North-West Pacific prepared on materials of the new database

В таблицах находится информация о встречаемости (число станций, на которых обнаружен данный вид/группа животных, и их доля (%) от общего числа учетных станций), среднем обилии (экз./м^3 и мг/м^3) и стандартной ошибке среднего с поправкой Шепарда. При этом виды и прочие таксономические группы гидробионтов отсортированы не в систематическом, а в алфавитном порядке, затем в порядке возрастания размеров — по фракциям, стадиям развития и/или размерам. Итоговые строки таблиц — «Весь зоопланктон», «Меропланктон», «Бокоплавы», «Веслоногие», «Эвфаузииды» и т.д. (см. левую колонку в табл. 3) — содержат соответствующие суммарные групповые средние и их стандартные ошибки, вычисленные по формуле $m_{\sum x} = \sqrt{m_1^2 + m_2^2 + ... + m_n^2}$, где $m_{\sum x}$ — выборочная ошибка суммы n средних арифметических, сопровождаемых их ошибками m_1–m_n (Лакин, 1973).

В целом формат этих таблиц тот же, что и в опубликованных ранее справочниках по нектону (Нектон…, 2003–2006), изданных в качестве табличных приложений к атласам нектона (Атлас…, 2003–2006), справочниках по траловой макрофауне пелагиали (Макрофауна…, 2012а–в) и по макрофауне бентали (Макрофауна…, 2014а–г). Информация в них также группируется по 56 стандартным биостатистическим районам (см. 48 светлых незаштрихованных участков на основной карте рис. 4 и 8 участков — на вставке в ее верхнем левом углу), которые представляют собой естественные природные комплексы, характеризующиеся сравнительной однородностью вод, что является следствием формирования их свойств в конкретных местных географических, геоморфологических, климатических и гидрологических условиях. Таким образом, уже сложился определенный стандарт географической привязки пространственно распределенной информации, обеспечивающий сопоставимость разноплановых экологических сведений и непрерывность рядов данных многолетнего мониторинга состояния акватории (Волвенко, 2003).

Кроме описанного районирования для выявления особенностей пространственно-временного распределения планктона на обследованных участках в справочниках введены еще 4 принципа группировки и отбора исходных данных:

1. По обловленному слою станции подразделяются:

— на эпипелагические — конечная глубина лова 0, а начальная — от 100 до 200 м (или дно, если глубина места ≤ 300 м),

— верхнеэпипелагические — конечная глубина лова 0, а начальная — от 25 до 50 м (или дно, если глубина места ≤ 70 м).

2. По времени суток — для учета суточных вертикальных миграций зоопланктона — они подразделяются:

— на дневные — полученные в светлое время,

— ночные — полученные в темноте или в сумерках.

3. По сезонам (в данном случае имеются в виду не календарные времена года, а биологические сезоны (см.: Шунтов, 2001) станции делятся:

— на летние — выполненные с 1 июня по 15 сентября,

— осенние — выполненные с 16 сентября по 30 ноября,

— зимние — выполненные с 1 декабря по 31 марта,

— весенние — выполненные с 1 апреля по 31 мая.

4. По годам выделяются 4 периода:

1984–1990 гг. — «сардиново-минтаевая эпоха изобилия рыб»,

1991–1995 гг. — «переходный период резкого снижения обилия»,

1996–2005 гг. — «период пониженного уровня и нового роста рыбопродуктивности»,

2006–2013 гг. — «лососевый период».

Перечисленные принципы группировки, отбора и осреднения данных частично или полностью реализованы в большинстве работ экосистемного направления исследований ТИНРО-центра (см. напр.: Атлас…, 2003–2006; Нектон…, 2003–2006; Volvenko, 2003a–c, 2004, 2005a, b; Волвенко, 2004а, б, 2007; Шунтов и др., 2007; Волков, 2008б, 2013а, б, 2014, 2016; Шунтов, Темных, 2008; и мн. др.).

Материалы этих таблиц позволяют оценить валовый запас любого из планктонных биоресурсов дальневосточных морей и северной части Тихого океана. С применением так называемого «объемного» метода показатели абсолютного обилия гидробионтов вычисляются умножением их средней плотности (экз./м^3 или мг/м^3) на соответствующий объем воды (тыс. км^3). Результат получается соответственно в триллионах экземпляров и в тысячах тонн. Для этого следует воспользоваться морфометрическими характеристиками стандартных районов, приведенными в каждом справочнике. Заметим, что многочисленные противники применения поправок на уловистость легко могут предварительно пересчитать опубликованные в справочниках данные на свой манер, поскольку в каждой строке находящихся в них таблиц дано значение поправки. Для этого достаточно разделить на него любой из показателей плотности — численность или биомассу. Те же, кто в принципе не отрицают необходимость введения таких поправок, но не согласны с принятыми нами их конкретными значениями, также легко могут пересчитать плотность, разделив ее на нашу поправку, а затем умножив на свою собственную.

С помощью этих же таблиц легко пересчитать объемные характеристики плотности на площадные. Для этого нужно умножить среднюю численность или биомассу на объем воды соответствующей акватории, а затем разделить на ее площадь. Результат получится в миллиардах экз./км^2 или т/км^2. Так же просто по таблицам этих справочников рассчитывается содержание планктона в средней и нижней эпипелагиали, т.е. в слое 50–200 м (по разнице концентраций в слоях 0–200 и 0–50 м), и средняя индивидуальная масса особей (делением их биомассы на численность), а с помощью ранее опубликованных таблиц калорийности и химического состава зоопланктона (см. напр.: Борисов и др., 2004) можно перейти к его энергетическим характеристикам и т.д.

Таким образом, сделан новый существенный вклад в количественную инвентаризацию водных биоресурсов и бонитировку водоемов Северной Пацифики. Серия этих монографий-каталогов рекомендуется планктонологам, ихтиологам, гидробиологам, трофологам, экологам, биогеографам, преподавателям и студентам соответствующих специальностей. Область их применения — фундаментальная и прикладная наука, высшее образование, управление водными биоресурсами, развитие марикультуры, охрана природы, в частности, они могут использоваться для оценки ущербов, нанесенных природе различными антропогенными воздействиями, в том числе загрязнением среды, связанным со строительством гидротехнических сооружений, добычей нефти и газа на морском шельфе, аварией танкеров, атомных реакторов и т.д.

Вместе с тем в процессе тестирования БД и создания табличных справочников проявились некоторые неустранимые ее недостатки.

Во-первых, это неполнота охвата обследованной акватории. Подавляющая часть планктонных сборов приходится на российскую ИЭЗ (см. рис. 3). Из четырех дальневосточных морей только Охотское почти полностью расположено в ее пределах, поэтому станции, а соответственно и материалы, получаемые в наших экспедициях, только его покрывают почти полностью и то — за исключением прибрежных вод. Дело в том, что почти все планктонные работы проводились перед началом или сразу после облова макрофауны пелагическими тралами, из-за этого подавляющее большинство станций располагалось над глубиной не менее 25–30 м (соответствующей минимальному вертикальному раскрытию большинства разноглубинных тралов). Кроме того, проводить съемки и вблизи берегов, и далеко, в открытом море крупным научно-исследовательским судам всегда мешала бюрократическая проблема с многократным пересечением морской границы, а мелкие суда не работают на значительном удалении от своих портов. Как следствие, планктон, относящийся к прибрежной (неритической) биотопической группировке, охвачен только по ее мористой периферии. Только в Японском море значительная часть материала собрана с использованием малых плавсредств — ботов и судов типа РС, МРС, МРТ и т.п., способных работать у берегов на малых глубинах. Поэтому планктон неритической зоны в Японском море (особенно в зал. Петра Великого и в северном Приморье) изучен более полно, чем в Охотском, Беринговом и, тем более, Чукотском морях. Возможно, данные о прибрежном планктоне Курильских островов, Сахалина, Камчатки и северной части Охотского моря есть в СахНИРО, КамчатНИРО и МагаданНИРО, но эти институты ранее категорически отказались сотрудничать с ТИНРО-центром в создании общих БД (Волвенко, 2014б).

Второй недостаток заключается в чрезвычайной неравномерности распределения станций в пространстве и времени (см. табл. 1, рис. 3, 6). Более или менее регулярные исследования планктона Охотского моря начались в 1984 г., Японского — в 1985, Берингова — в 1986, Тихого океана — в 1987 г. С тех пор интенсивность планктонных исследований в целом росла, достигнув своего пика к 2009 г., а затем резко снизилась — в основном за счет сокращения работ в Японском море и в океане. При подготовке вышеописанных табличных справочников выяснилось, что 11-й район океана (см. рис. 4) остался фактически не обследованным и очень мало станций пришлось на южную часть 12-го района. Кроме того, оказалось, что в районах 1–4 очень редко отбирали достаточное для статистической обработки число проб, осенью полноценно исследовались только районы 5–7, а весной — только эпипелагиаль в 9-, 12- и 13-м. Другой пример: в наиболее изученной части Японского моря — в зал. Петра Великого — очень мало отобрано проб в зимнее время, в темное время суток независимо от сезона и в период 1991–1995 гг. По этой причине полностью выпадают из рассмотрения состав и обилие здесь планктона в «сардиново-минтаевую эпоху изобилия рыб» — 1988–1990 гг. Поэтому для 49 % справочных таблиц, из тех, что планировалось сделать для залива в соответствии с районированием и четырьмя принципами группировки данных (см. выше), не хватило собранных материалов. В Охотском море их не хватило для 24, в Беринговом — для 40, в Японском — почти для 50, в СЗТО — для 60 % таблиц (Сетной зоопланктон..., в печати, а–д), т.е. даже на акватории постоянного мониторинга далеко не для каждого района есть данные за все сезоны и многолетние периоды. Для остальной акватории их и того меньше. Например, в Чукотском море до 2003 г. отобраны лишь 2 планктонные пробы, вероятно, случайно, а в 2004–2006, 2009, 2011–2013 гг. их вообще не было. Поэтому информация о районах, заштрихованных на рис. 4, не вошла в справочники.

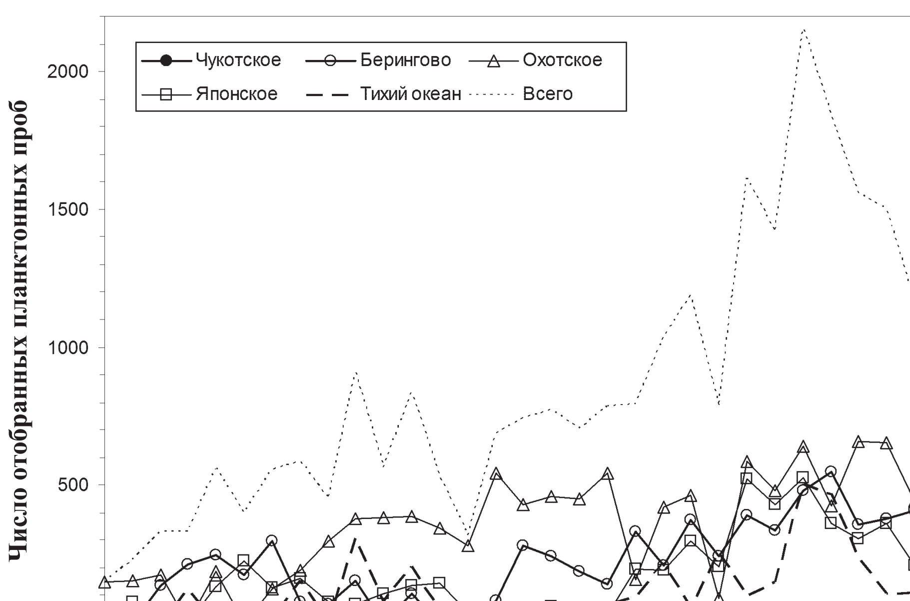


Рис. 6. Межгодовые флюктуации интенсивности обследования акватории. Данные взяты из табл. 1

Fig. 6. Year-to-year fluctuations of zooplankton samples number in the surveyed area (see the list of surveys in Table 1)

Разумеется, все это существенно затрудняет исследование сезонной и многолетней динамики экосистем. Регулярно планомерно обследовать хотя бы ИЭЗ РФ по стандартной равномерной сетке станций не дают несколько причин. Одна из них условно* объективная — это ледовая обстановка в холодное время года. Остальные — связаны исключительно с деятельностью чиновников, в основном — с их желанием сэкономить на проведении комплексных экосистемных съемок в ущерб качеству и количеству собираемой информации.

Третий недочет — побочный эффект или «оборотная сторона медали» экспресс-метода обработки планктонных проб, благодаря которому в БД собран гигантский объем материалов. В море их первичная обработка происходит ежедневно и круглосуточно сразу же в перерывах между отбором следующей порции проб, и по возвращению судна в порт в архив ТИНРО-центра поступает готовый научный отчет с детальным анализом всей информации, собранной в рейсе. При этом до вида идентифицируются только массовые представители планктона, остальные только до рода или семейства, а кумовые и равноногие раки — лишь до отряда, ракушковые — до класса, коловратки, например, вообще не учитываются. Вследствие незначительных морфологических отличий в отдельных рейсах не различались копеподы, которые в БД значатся как *Calanus glacialis + marshallae* и *Neocalanus plumchrus + flemingeri***. В итоге, судя по таблицам, опубликованным М.С. Кун (1975), которая насчитала в планктоне дальневосточных морей и СЗТО 288 видов***, более ¼ их числа не учтено в БД (см. табл. 3). Недоучет по морям**** составил в Беринговом — 9%, в Охотском — 30, в Японском — 38 % видов. Наиболее благоприятно в этом ряду выглядит ситуация по Берингову морю, но если взять более поздние сведения, то здесь насчитывается не 104 (Кун, 1975), а 177 (Куликов, 1993) видов зоопланктона, т.е. недостача по этому морю у нас составляет не 9, а 46 %. Поэтому без лишнего оптимизма можно считать, что для каждого водоема мы учли в лучшем случае лишь 50–70 % видов, только самые массовые из них. Вместе с тем известно (Волков, 1996б), что в планктоне всей обследованной акватории первые 2–3 доминирующих вида составляют более 50, а первые 10 — не менее 85–90 % суммарной биомассы зоопланктона. При такой малой выравненности видов по обилию 50 и тем более 150 самых массовых дадут намного более 99 % этой величины. Поэтому обсуждаемый здесь недостаток БД может оказаться существенным для систематиков и фаунистов, занимающихся редкими или очень малочисленными видами, в большинстве же прочих работ он не будет иметь никакого значения.

Несмотря на перечисленные изъяны, солидный объем и добротное качество собранного материала дают основания надеяться на то, что новая БД (и приведенные по ней в пяти справочниках сведения) в совокупности с ранее опубликованными данными о пелагической и придонной макрофауне, а также с данными по питанию массовых видов рыб и кальмаров, обобщение которых в настоящее время ведется в лабораториях гидробиологии и прикладной биоценологии ТИНРО-центра, позволят сделать очередные важные шаги в познании природы дальневосточных морей и Тихого океана.

Дополнительно к сданным в печать справочникам в соответствии с КИО (Волвенко, 2015а–в) в 2016 г. планировалось создание ГИС***** и атласов планктона,

---

* «Условно», потому что при необходимости планктонные пробы берут и из-подо льда даже в Арктике и Антарктике с ледоколов, с поверхности льда в естественных или искусственных полыньях. Другое дело, что для ТИНРО-центра это оказывается не настолько интересно, насколько дорого.

** Есть основания полагать, что это действительно 2, а не 4 вида (Волков, наст. том), но данное предположение требует дополнительной проверки.

*** Это без двух видов кальмаров, которых мы традиционно относим не к планктону, а к нектону и не к мезо-, а к макрофауне.

**** Для океана М.С. Кун (1975) дает видовое богатство только Курило-Камчатского района, а данных по Чукотскому морю у нее вообще нет.

***** ГИС — общепринятое сокращение термина «географическая информационная (или геоинформационная) система», который означает компьютеризованную систему сбора, проверки, интеграции, хранения, анализа и моделирования географической информации, относящейся к некоторой части земной поверхности и используемой для управления ею (ДеМерс, 1999).

подобных ранее сделанным для нектона (Атлас…, 2003–2006; Volvenko, 2003a–c, 2004, 2005a, b; Волвенко, 2004а, 2007; Шунтов, Волвенко, 2005), но в новом формате с охватом сразу всей обследованной акватории. Примеры таких карт, отражающих особенности пространственного распределения некоторых сборных таксономических групп планктона показаны на рис. 7. Каждая из них имеет самостоятельную ценность, а их совокупность наглядно объясняет, почему Берингово море может называться «копеподно-сагиттно-эвфаузиевым», а Охотское — «эвфаузиидно-копеподно-сагиттным» (Сетной зоопланктон..., в печати, а, в). Специалисты могут обратить внимание на то, как распространение разных групп разобщено в пространстве из-за различных требований к условиям окружающей среды и/или для снижения конкуренции, в распределении каких групп преобладает широтная либо циркумконтинентальная зональность и т.д.

Следующие 3 карты (рис. 8) иллюстрируют тот факт, что в Японском море много мелкого и относительно мало крупного, так называемого кормового, планктона, а в Беринговом (особенно в его восточной части) достаточно много и того, и другого. Похоже, что это одна из причин значительно бóльшей рыбопродуктивности Берингова моря по сравнению с Японским.

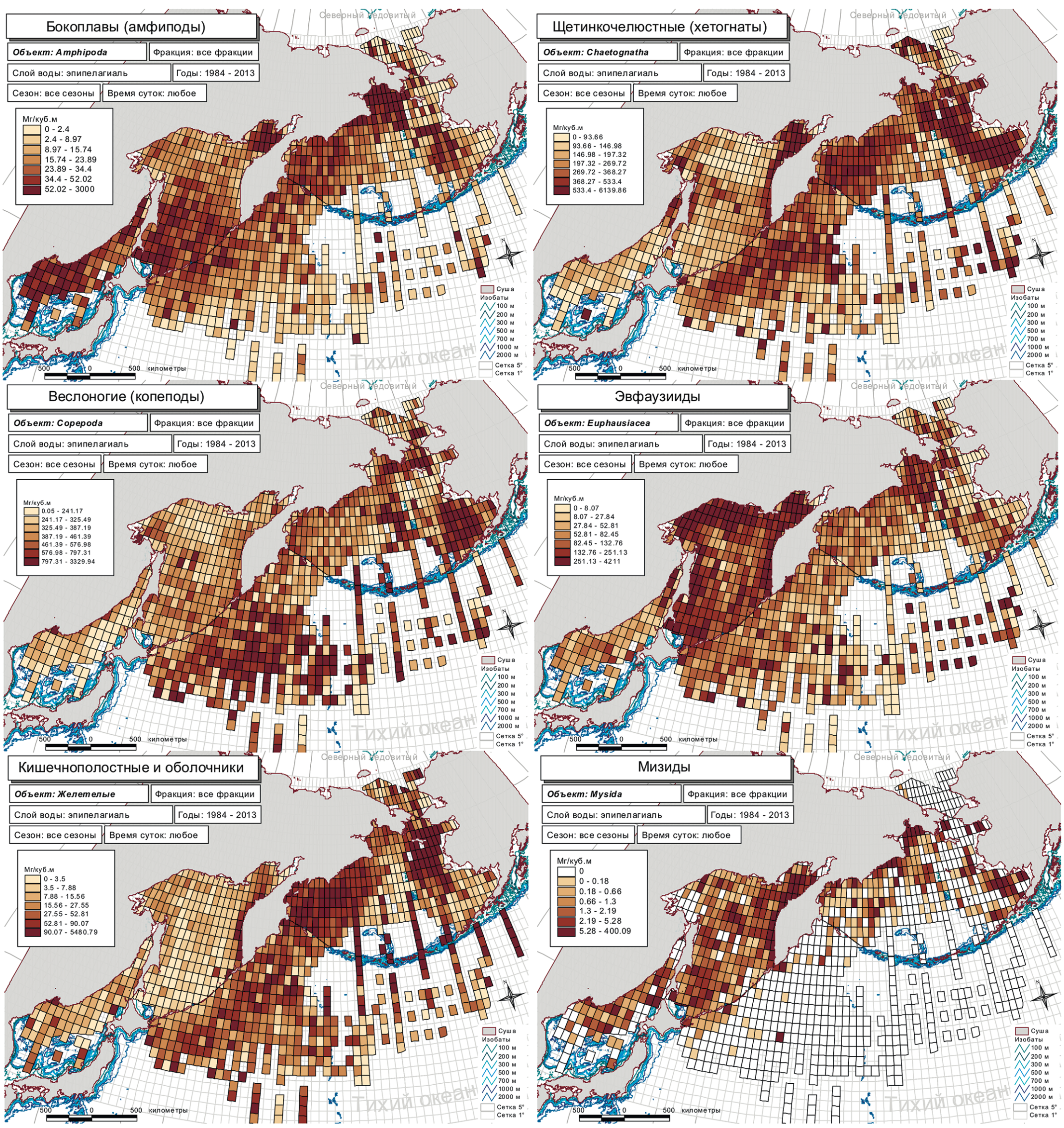


Рис. 7

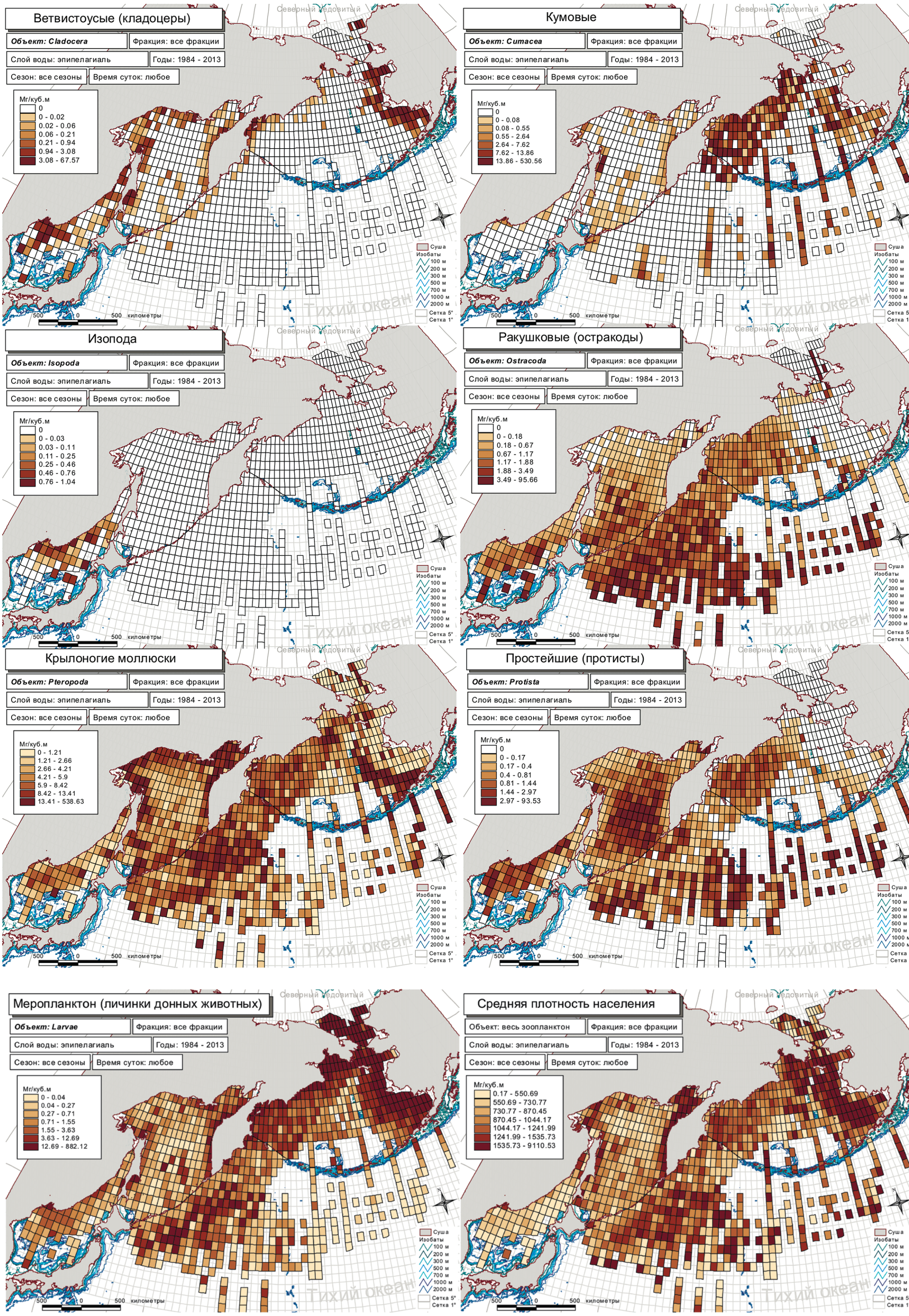


Рис. 7. Пространственное распределение амфипод, копепод, хетогнат, мизид, эвфаузиид, желетелых, кладоцер, кумовых, изопод, остракод, птеропод, простейших, меропланктона и всего зоопланктона

Fig. 7. Spatial distribution of biomass (mg/m^3) amphipods, copepods, chaetognaths, mysids, euphausiids, gelatinous (jellyfish, ctenophores, pelagic tunicates), cladocerans, cumacea, isopods, ostracods, pteropods, protists, meroplankton and total zooplankton

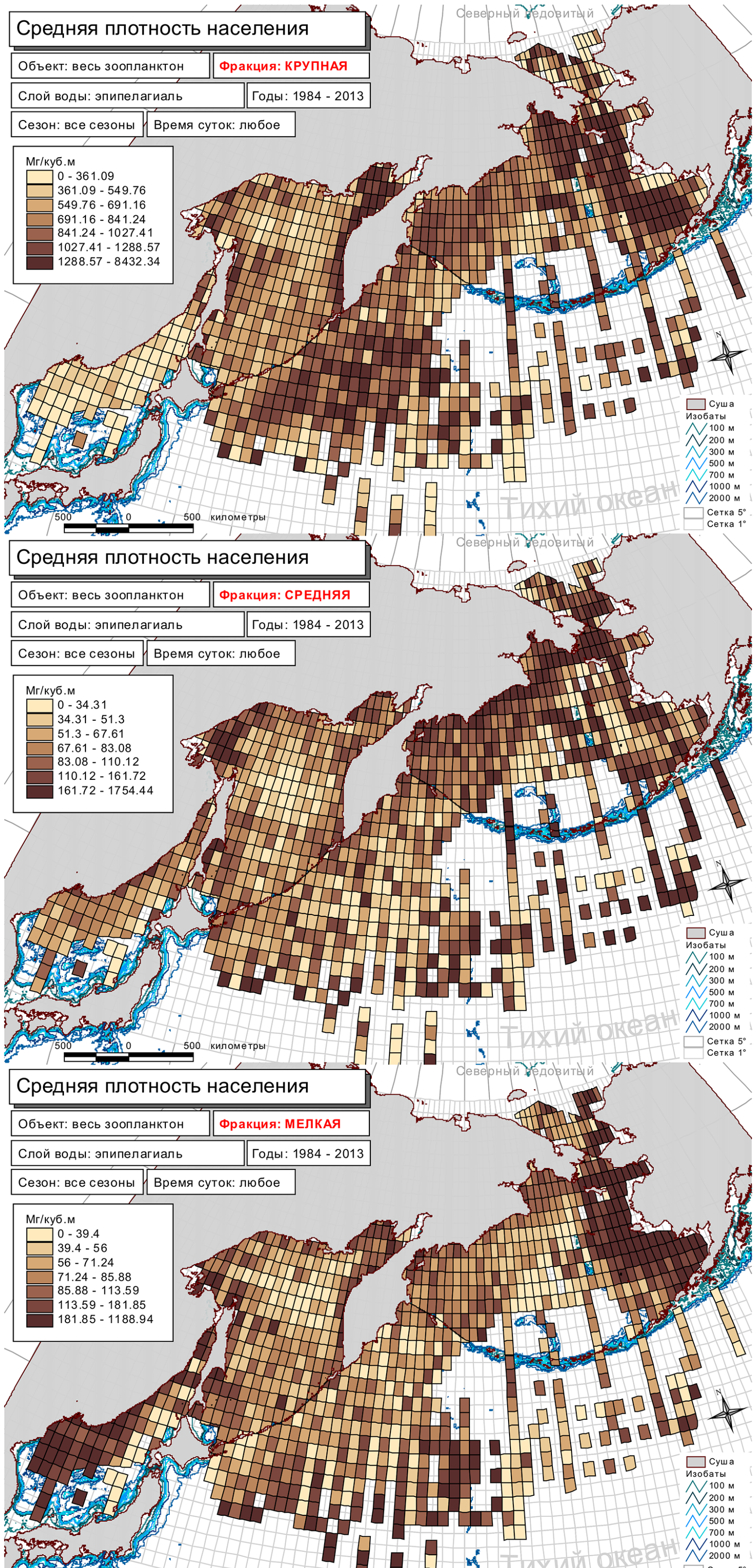


Рис. 8. Пространственное распределение биомассы (мг/м^3) зоопланктона мелкой 1,6–1,2 мм (**внизу**), средней 1,2–3,2 мм (**в центре**) и крупной > 3,2 мм (**вверху**) размерных фракций

Fig. 8. Spatial distribution of biomass for small-sized (1.6–1.2 mm: **bottom**), medium-sized (1.2–3.2 mm: **center**) and large-sized (> 3.2 mm: **top**), mg/m^3

Замечу также, что на рис. 8 показана усредненная картина за весь 30-летний период исследований. На самом деле она не стационарна — изменяется с течением времени. Например, известно (Волков, 2014), что в относительно теплый период 2003–2006 гг. в восточной части Берингова моря преобладали представители мелкой и средней фракций, а в более холодный 2007–2012 гг. — крупной, что определенно повлияло на питание обитающих здесь рыб. Серии карт, иллюстрирующих межгодовую и сезонную динамику размерного состава всего планктона и отдельных его представителей, в настоящей статье не приводятся для экономии места. Однако описанные пространственные (юг–север) и временные (потепление–похолодание) тенденции наводят на мысль, созвучную с правилом Бергмана*: *чем теплее, тем мельче планктон, чем холоднее, тем он крупнее*.

Та же закономерность прослеживается на рис. 7: мелкие простейшие и остракоды преобладают на юге, а относительно крупные хетогнаты, кишечнополостные и оболочники — на севере обследованной акватории. Судя по литературным сведениям, аналогичные тенденции наблюдаются и с другой стороны Евразии. Например, в холодных водах западного сектора Арктики доминируют крупные виды зоопланктона, а в более теплых, атлантических, — мелкие (Stempniewicz et al., 2007). Однако там, где эти воды смешиваются, как, например, в Баренцевом море, почему-то в теплые годы больше крупного зоопланктона, чем в холодные (Dvoretsky, Dvoretsky, 2013).

Данная гипотеза, разумеется, требует специальной проверки, которой будет посвящена отдельная публикация, в настоящей статье она фигурирует лишь в качестве примера экспресс-теста рекогносцировочных возможностей новой БД.

Карты, подобные приведенным на рис. 7 и 8, сделанные в процессе тестирования БД, неоднократно демонстрировались на ежегодных отчетных сессиях НТО ТИНРО, всероссийских и международных конференциях, неизменно вызывая повышенный интерес участников. Однако создание и публикацию полноценных атласов планктона (а также бентоса и нектобентоса (см.: Волвенко, 2014б)) Северной Пацифики из-за высоких цен на цветную полиграфию при недостатке финансирования пришлось вычеркнуть из тематического плана ТИНРО-центра на 2016 г. и отложить до лучших времен.

Теперь обратим внимание на то, что даже небольшая ГИС, сделанная в процессе тестирования БД, оказывается полезна не только для создания простейших карт. Она позволяет выполнять разнообразные вычисления на содержащихся в ней данных, в том числе рассчитывать одно- и многовидовые флюктуации пространственного распределения гидробионтов. В этом собственно и заключается разница между системой компьютерной картографии (программой для создания карт из графических примитивов) и ГИС с ее аналитическими возможностями. Проиллюстрирую это примерами элементарных арифметических действий с данными о суммарной плотности планктона.

Если из данных карты ночной плотности (рис. 9, справа) вычесть данные аналогичной карты дневной плотности (рис. 9, слева), то получится карта суточных изменений этого показателя (рис. 9, снизу). Зеленым цветом на ней отмечены положительные, а красным — отрицательные изменения обилия планктона, происходящие при переходе от светлого к темному времени суток. Величина изменений соответствует интенсивности окраски: чем зеленее участок, тем больше там прирост биомассы, чем краснее, тем существеннее убыль. На этой карте хорошо видно, что акватории Охотского и Японского морей окрашены преимущественно в зеленый цвет, а Берингова моря и СЗТО — в красный. Это означает, что при переходе от светлого к темному времени суток в Охотском и Японском морях плотность

* Согласно правилу Бергмана (Bergmann, 1847; см. также: Лукин, 1940; Mayr, 1956; Майр, 1968; Мина, Клевезаль, 1976; Atkinson, 1994; Angilletta, Dunham, 2003; и др.) в теплом климате размеры животных меньше, чем в холодном.

концентраций планктона в эпипелагиали увеличивается, а в Беринговом море и в океане, наоборот, уменьшается. Следовательно, часто предпринимаемые трофологами попытки приведения дневных уловов планктонных сетей к ночным для оценки кормовой базы рыб (Горбатенко, 1997; Волков, 2008а, 2015) будут давать в этих парах водоемов противоположные результаты.

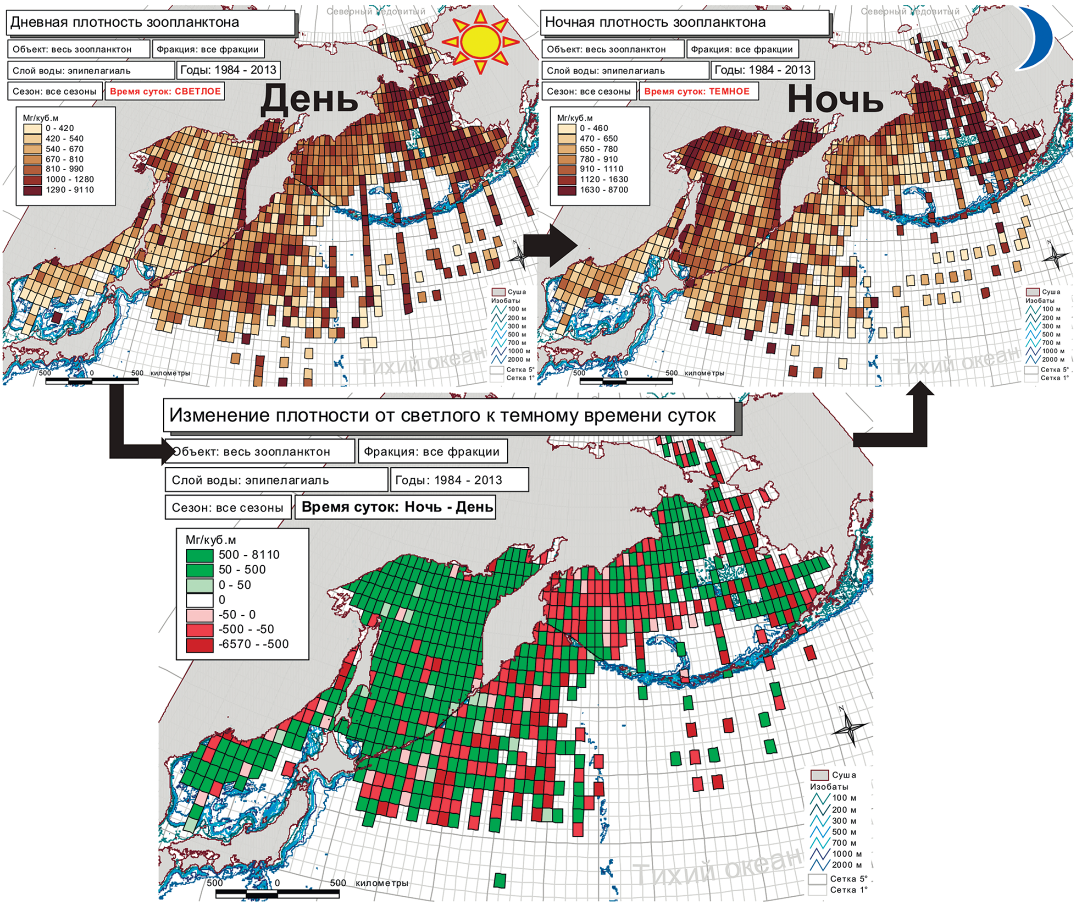


Рис. 9. Суточная динамика суммарной биомассы (мг/м^3) зоопланктона в эпипелагиали Северной Пацифики. На нижней карте показаны изменения, происходящие при переходе от светлого к темному времени суток: *красным* — убыль, *зеленым* — прирост биомассы

Fig. 9. Diurnal dynamics of total zooplankton biomass (mg/m^3) in the epipelagic layer in the North Pacific. Bottom: change of biomass under transition from the light to dark time of day (*red* — decreasing, *green* — increasing)

Аналогичная информация о том, где, когда, в каком направлении и насколько изменяется обилие зоопланктона в процессе сезонной (рис. 10) и многолетней (рис. 11) динамики экосистем обследованного региона, будет полезна специалистам для размышления о том, почему это происходит именно так. В настоящей статье я оставлю два последних рисунка без комментариев. Они заслуживают обсуждения в отдельных публикациях. Замечу лишь, что некоторые флюктуации обилия зоопланктона (см. рис. 9, 11) в Беринговом море и СЗТО совпадают по фазе, а в Охотском и Японском морях происходят в противофазе с ними. Разумеется, подобные и гораздо более сложные вычисления можно было бы делать на численности, биомассе, встречаемости, доле в сообществе отдельных видов, их размерных групп, стадий развития, а также на интегральных характеристиках зоопланктона, таких как видовое богатство, разнообразие, выравненность видовой структуры и т.д. (см. напр.: Волвенко, 2004а, б, 2007).

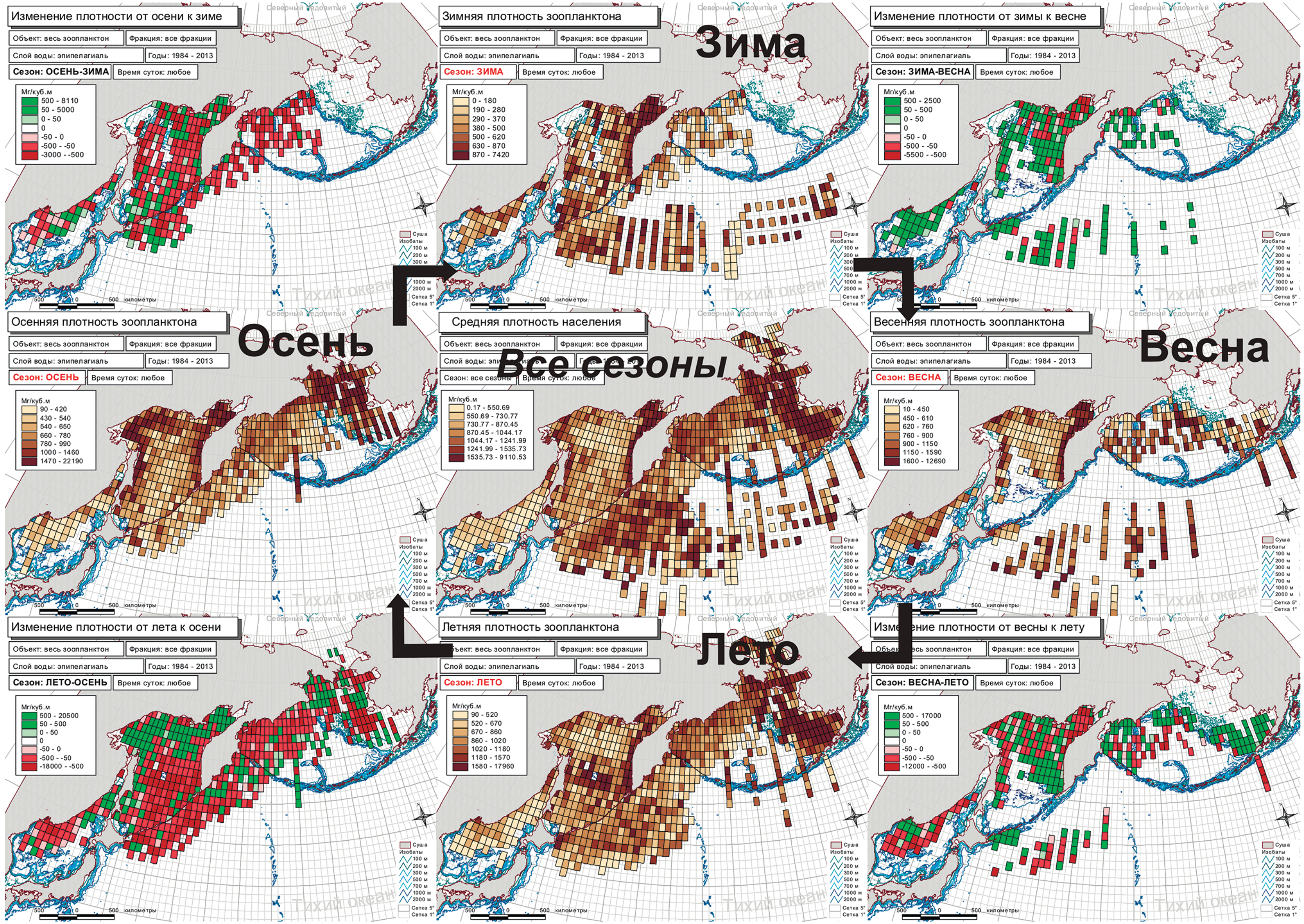


Рис. 10. Сезонная динамика суммарной биомассы (мг/м^3) зоопланктона в эпипелагиали Северной Пацифики. На угловых картах показаны межсезонные изменения: *красным* — убыль, *зеленым* — прирост биомассы

Fig. 10. Seasonal dynamics of total zooplankton biomass (mg/m^3) in the epipelagic layer in the North Pacific. Corner inserts: interseasonal change of the biomass (*red* — decreasing, *green* — increasing)

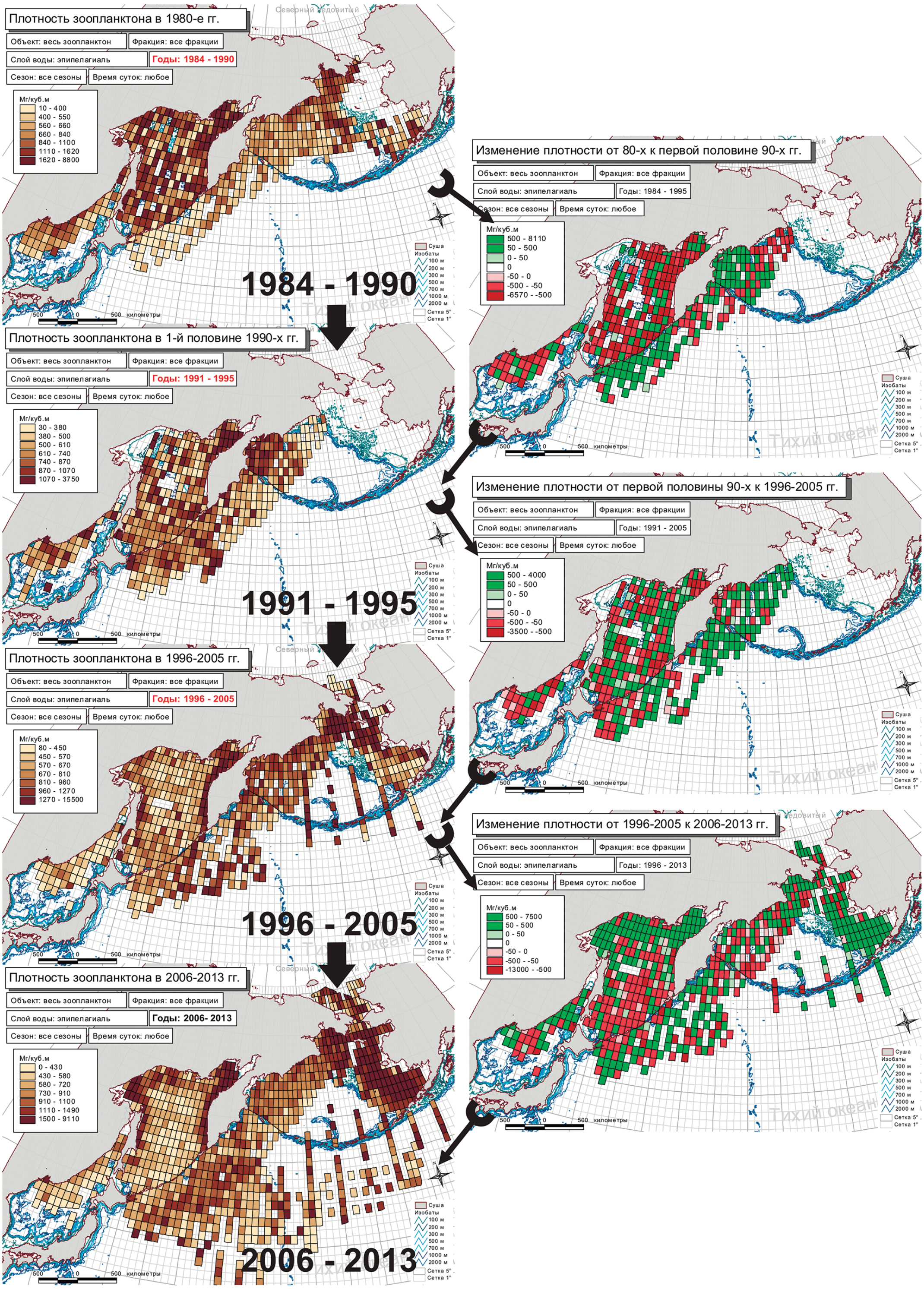


Рис. 11. Многолетняя динамика суммарной биомассы (мг/м^3) зоопланктона в эпипелагиали Северной Пацифики. На трех картах справа показаны межгодовые изменения: *красным* — убыль, *зеленым* — прирост биомассы

Fig. 11. Long-term dynamics of total zooplankton biomass (mg/m^3) in the epipelagic layer of the North Pacific. Right inserts: interdecadal change of the biomass (*red* — decreasing, *green* — increasing)

Заключение

В настоящей статье показано лишь несколько примеров первого опыта тестовой эксплуатации новой БД. Одно из главных ее назначений — служить информационной основой дальнейшего мониторинга состояния экосистем, в частности экологической емкости местообитаний, кормовой и личиночной базы объектов промысла и марикультуры, а также популяций отдельных видов — от повсеместно распространенных массовых до менее многочисленных индикаторных и эндемичных.

Прочие результаты исследования зоопланктона, полученные по этой БД, в частности предварительно уже обсуждавшиеся (Волвенко, 2016) на международной конференции, посвященной актуальным проблемам освоения биологических ресурсов Мирового океана, в ближайшее время будут опубликованы в «Известиях ТИНРО» и других отечественных и зарубежных научных журналах.

В настоящее время региональный центр данных и лаборатория гидробиологии ТИНРО-центра озабочены пополнением планктонной БД новыми материалами рейсов 2014–2016 гг. Основной проблемой при этом стал поиск подходящего сотрудника для ее постоянного администрирования. Из-за сокращения кадров и низкой зарплаты в институте нет квалифицированного планктонолога с достаточно хорошим знанием информационных технологий, в частности БД, СУБД и ГИС. Старшее поколение в основном ограничивается освоением Microsoft Word и Excel, а молодежь либо толком не знает планктон, либо идет на работу в более благополучные учреждения — университеты и академические институты.

Автор благодарит д-ра биол. наук А.Ф. Волкова и д-ра биол. наук, проф. В.П. Шунтова (ТИНРО-центр) за ценные замечания и дополнения, которые были учтены при подготовке рукописи к печати, а также всех планктонологов ТИНРО-центра, работавших в 325 рейсах, материалы которых вошли в новую базу данных.

Список литературы

Атлас количественного распределения нектона в западной части Берингова моря / под ред. В.П. Шунтова, Л.Н. Бочарова. — М. : Нац. рыб. ресурсы, 2006. — 1072 с.

Атлас количественного распределения нектона в Охотском море / под ред. В.П. Шунтова, Л.Н. Бочарова. — М. : Нац. рыб. ресурсы, 2003. — 1031 с.

Атлас количественного распределения нектона в северо-западной части Японского моря / под ред. В.П. Шунтова, Л.Н. Бочарова. — М. : Нац. рыб. ресурсы, 2004. — 988 с.

Атлас количественного распределения нектона в северо-западной части Тихого океана / под ред. В.П. Шунтова, Л.Н. Бочарова. — М. : Нац. рыб. ресурсы, 2005. — 1080 с.

Баранов Ф.И. Техника промышленного рыболовства : моногр. — М. ; Л. : Когиз, 1933. — 470 с.

Борисов Б.М., Волков А.Ф., Горбатенко К.М. и др. Стандартные таблицы сырого веса и некоторых энергетических характеристик (калорийность, жиры, белки, углеводы, минеральный остаток) зоопланктона дальневосточных морей // Изв. ТИНРО. — 2004. — Т. 138. — С. 355–367.

Бочаров Л.Н. Перспективный подход к обеспечению населения продуктами рыболовства // Изв. ТИНРО. — 2004. — Т. 138. — С. 3–18.

Бочаров Л.Н. Развитие рыбохозяйственной науки на Дальнем Востоке. Задачи и особенности современного этапа // ТИНРО—85. Итоги десятилетней деятельности. 2000–2010 гг. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2010. — С. 3–24.

Бочаров Л.Н., Шунтов В.П. Состояние и задачи современного этапа экосистемных исследований биологических ресурсов дальневосточных морей России // Изв. ТИНРО. — 2003. — Т. 137. — С. 3–8.

Булатов О.А., Котенев Б.Н. Перспективы экосистемного управления промыслом // Тез. докл. Всерос. науч. конф. «Устойчивое использование биологических ресурсов морей России: проблемы и перспективы». — М. : ВНИРО, 2012. — С. 10–11.

Волвенко И.В. ГИС для анализа сезонной и межгодовой пространственно-временной динамики нектона Охотского моря // Изв. ТИНРО. — 2004а. — Т. 137. — С. 144–176.

Волвенко И.В. Анализ степени альтернативности динамики обилия разных видов при отсутствии непрерывных рядов длительных наблюдений на примере нектона Охотского моря // Изв. ТИНРО. — 2004б. — Т. 139. — С. 78–90.

Волвенко И.В. Информационное обеспечение комплексных исследований водных биоресурсов северо-западной Пацифики. Часть 1. Концепция, предыстория, начало реализации // Тр. ВНИРО. — 2015а. — Т. 156. — С. 38–66.

Волвенко И.В. Информационное обеспечение комплексных исследований водных биоресурсов северо-западной Пацифики. Часть 2. Базы данных, базы знаний, автоматизированные рабочие места // Тр. ВНИРО. — 2015б. — Т. 157. — С. 71–99.

Волвенко И.В. Информационное обеспечение комплексных исследований водных биоресурсов северо-западной Пацифики. Часть 3. ГИС, атласы, справочники, новые перспективы // Тр. ВНИРО. — 2015в. — Т. 157. — С. 100–126.

Волвенко И.В. Исследование ресурсов зоопланктона северной Пацифики с помощью новой базы данных, созданной в ТИНРО-Центре // Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана : мат-лы 4-й междунар. науч.-техн. конф. — Владивосток : Дальрыбвтуз, 2016. — Ч. 1. — С. 56–61.

Волвенко И.В. Лаборатория регионального центра данных (РЦД) ФГУП «ТИНРО-центр»: ее роль в прогнозировании состояния сырьевой базы отечественного рыболовства и основные направления деятельности // Изв. ТИНРО. — 2014а. — Т. 176. — С. 3–15.

Волвенко И.В. Новая база данных донных траловых станций, выполненных в дальневосточных морях и северной части Тихого океана в 1977–2010 гг. // Изв. ТИНРО. — 2014б. — Т. 177. — С. 3–24.

Волвенко И.В. Морфометрические характеристики стандартных биостатистических районов для биоценологических исследований рыболовной зоны России на Дальнем Востоке // Изв. ТИНРО. — 2003. — Т. 132. — С. 27–42.

Волвенко И.В. Новая ГИС интегральных характеристик макрофауны пелагиали северо-западной Пацифики // Изв. ТИНРО. — 2007. — Т. 149. — С. 3–20.

Волвенко И.В., Волков А.Ф., Долганова Н.Т. База данных «Сетной зоопланктон Северной Пацифики 1984–2013 гг.» : А.с. № 2016620026. — 2016.

Волвенко И.В., Кулик В.В. Обновленная и дополненная база данных пелагических траловых станций, выполненных в дальневосточных морях и северной части Тихого океана в 1979–2009 гг. // Изв. ТИНРО. — 2011. — Т. 164. — С. 3–26.

Волвенко И.В., Кулик В.В., Шунтов В.П. База данных «Траловая макрофауна пелагиали Северной Пацифики 1979–2009 гг.» : А.с. № 2014620536. — 2014а.

Волвенко И.В., Кулик В.В., Шунтов В.П. и др. База данных «Траловая макрофауна бентали Северной Пацифики 1977–2010 гг.» : А.с. № 2014620535. — 2014б.

Волвенко И.В., Кулик В.В., Шунтов В.П. и др. База данных «Траловая макрофауна пелагиали Северной Пацифики 1979–2005 гг.» : А.с. № 2012620963. — 2012.

Волков А.Ф. Интегральные значения биомассы и запаса зоопланктона в эпипелагиали 71 района севера Тихого океана, включая Берингово и Охотское моря, и схемы распределения массовых видов // Изв. ТИНРО. — 2015. — Т. 180. — С. 140–160.

Волков А.Ф. Методика сбора и обработки планктона и проб по питанию нектона (пошаговые инструкции) // Изв. ТИНРО. — 2008а. — Т. 154. — С. 405–416.

Волков А.Ф. Среднемноголетние характеристики зоопланктона Охотского и Берингова морей и СЗТО (межгодовые и сезонные значения биомассы, доминирование) // Изв. ТИНРО. — 2008б. — Т. 152. — С. 253–270.

Волков А.Ф. О методике взятия проб зоопланктона // Изв. ТИНРО. — 1996а. — Т. 119. — С. 306–311.

Волков А.Ф. Зоопланктон эпипелагиали дальневосточных морей: состав сообществ, межгодовая динамика, значение в питании нектона : автореф. дис. … д-ра биол. наук — Владивосток, 1996б. — 70 с.

Волков А.Ф. Результаты исследований зоопланктона Берингова моря по программе «NPAFC» (экспедиция BASIS). Часть 2. Западные районы // Изв. ТИНРО. — 2012. — Т. 170. — С. 151–171.

Волков А.Ф. Рекомендации по экспресс-обработке сетного планктона в море. — Владивосток : ТИНРО, 1984. — 31 с.

Волков А.Ф. Сезонная и многолетняя динамика в планктоне эпипелагиали прикамчатских вод Охотского моря // Изв. ТИНРО. — 2013а. — Т. 175. — С. 206–233.

Волков А.Ф. Сезонная и многолетняя динамика в планктоне эпипелагиали присахалинских вод Охотского моря // Изв. ТИНРО. — 2013б. — Т. 174. — С. 170–186.

Волков А.Ф. Состояние кормовой базы тихоокеанских лососей в Беринговом море в 2003–2012 гг. (по результатам работ международных экспедиций BASIS-1 и 2) // Изв. ТИНРО. — 2014. — Т. 179. — С. 250–271.

Волков А.Ф. Таблицы и графики по трофологии минтая западной части Берингова моря // Изв. ТИНРО. — 2016. — Т. 185. — С. 175–184.

Волков А.Ф. Элементарная трофология тихоокеанских лососей в Беринговом море. Видовые и региональные отличия. Обеспеченность пищей в разные климатические периоды в 2000–2015 гг. // Наст том.

Волков А.Ф., Кузнецова Н.А., Фарли Е.В., Мёрфи Д.М. Состав и распределение зоопланктона и питание тихоокеанских лососей в восточной части Берингова моря в осенний период 2003–2008 гг. (результаты съемок по программе «BASIS») // Изв. ТИНРО. — 2009. — Т. 158. — С. 275–292.

Горбатенко К.М. Состав, структура и динамика планктона Охотского моря : автореф. дис. … канд. биол. наук. — Владивосток : ТИНРО-центр, 1997. — 24 с.

Горбатенко К.М., Долганова Н.Т. Сравнительная уловистость различных типов планктонных сетей в дальневосточных морях // Изв. ТИНРО. — 2006. — Т. 146. — С. 213–225.

Горбатенко К.М., Долганова Н.Т. Сравнительная уловистость различных типов планктонных сетей в высокопродуктивных зонах Тихого океана // Океанол. — 2007. — Т. 47, № 2. — С. 1–9.

Грезе В.Н., Баландина Э.П., Билева Щ.К., Макарова Н.П. Эффективность орудий лова планктона и оценка реальной численности элементов пелагического биоценоза // Гидробиол. журн. — 1975. — Т. 11, № 4. — С. 108–111.

ДеМерс М.Н. Географические информационные системы. Основы : моногр. — М. : Дата плюс, 1999. — 490 с.

Дулепова Е.П. Динамика продукционных показателей зоопланктона как основы кормовой базы нектона в западной части Берингова моря // Изв. ТИНРО. — 2014. — Т. 179. — С. 236–249.

Дулепова Е.П. Экосистемные исследования ТИНРО-центра в дальневосточных морях // Изв. ТИНРО. — 2005. — Т. 141. — С. 3–29.

Киселев И.А. Планктон морей и континентальных водоемов : моногр. — Л. : Наука, 1969. — Т. 1. — 657 с.

Куликов А.С. Зоопланктон Берингова моря и его роль в функционировании планктонного сообщества : автореф. дис. … канд. биол. наук. — М., 1993. — 26 с.

Кун М.С. Зоопланктон дальневосточных морей : моногр. — М. : Пищ. пром-сть, 1975. — 150 с.

Лакин Г.Ф. Биометрия : моногр. — М. : Высш. шк., 1973. — 343 с.

Лапко В.В. Экосистемное изучение биологических ресурсов в ТИНРО-центре // ТИНРО — 75 лет (от ТОНС до ТИНРО-центра). — Владивосток : ТИНРО-центр, 2000. — С. 146–154.

Лукин Е.И. Дарвинизм и географические закономерности в изменении организмов : моногр. — М. ; Л. : АН СССР, 1940. — 311 с.

Майр Э. Зоологический вид и эволюция : моногр. — М. : Мир, 1968. — 597 с.

Макрофауна бентали залива Петра Великого (Японское море): таблицы встречаемости, численности и биомассы. 1978–2009 / под ред. В.П. Шунтова, Л.Н. Бочарова. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2014а. — 307 с.

Макрофауна бентали западной части Берингова моря: таблицы встречаемости, численности и биомассы. 1977–2010 / под ред. В.П. Шунтова, Л.Н. Бочарова. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2014б. — 803 с.

Макрофауна бентали Охотского моря: таблицы встречаемости, численности и биомассы. 1977–2010 / под ред. В.П. Шунтова, Л.Н. Бочарова. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2014в. — 1052 с.

Макрофауна бентали северо-западной части Тихого океана: таблицы встречаемости, численности и биомассы. 1977–2010 / под ред. В.П. Шунтова, Л.Н. Бочарова. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2014г. — 554 с.

Макрофауна бентали северо-западной части Японского моря: таблицы встречаемости, численности и биомассы. 1978–2010 / под ред. В.П. Шунтова, Л.Н. Бочарова. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2014д. — 748 с.

Макрофауна пелагиали западной части Берингова моря: таблицы встречаемости, численности и биомассы. 1982–2009 / под ред. В.П. Шунтова, Л.Н. Бочарова. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2012а. — 479 с.

Макрофауна пелагиали Охотского моря: таблицы встречаемости, численности и биомассы. 1984–2009 / под ред. В.П. Шунтова, Л.Н. Бочарова. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2012б. — 800 с.

Макрофауна пелагиали северо-западной части Тихого океана: таблицы встречаемости, численности и биомассы. 1979–2009 / под ред. В.П. Шунтова, Л.Н. Бочарова. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2012в. — 616 с.

Микулич Л.В., Родионов Н.А. Весовая характеристика некоторых зоопланктеров Японского моря // Гидробиологические исследования в Японском море и Тихом океане : Тр. ТОИ ДВНЦ АН СССР. — 1975. — Т. 9. — С. 75–87.

Мина М.В., Клевезаль Г.А. Рост животных. Анализ на уровне организма : моногр. — М. : Наука, 1976. — 290 с.

Мусаева Э.И., Незлин Н.П. Сравнение различных орудий лова зоопланктона по материалам из Берингова моря // Океанол. — 1995. — Т. 35, № 6. — С. 942–946.

Нектон западной части Берингова моря. Таблицы численности, биомассы и соотношения видов / под ред. В.П. Шунтова, Л.Н. Бочарова. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2006. — 416 с.

Нектон Охотского моря. Таблицы численности, биомассы и соотношения видов / под ред. В.П. Шунтова, Л.Н. Бочарова. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2003. — 643 с.

Нектон северо-западной части Тихого океана. Таблицы численности, биомассы и соотношения видов / под ред. В.П. Шунтова, Л.Н. Бочарова. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2005. — 544 с.

Нектон северо-западной части Японского моря. Таблицы численности, биомассы и соотношения видов / под ред. В.П. Шунтова, Л.Н. Бочарова. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2004. — 225 с.

Сетной зоопланктон западной части Берингова моря: таблицы встречаемости, численности и биомассы. 1986–2013 / А.Ф. Волков, И.В. Волвенко ; под ред. В.П. Шунтова и Л.Н. Бочарова. — Владивосток : ТИНРО-центр (в печати, а).

Сетной зоопланктон Охотского моря: таблицы встречаемости, численности и биомассы. 1984–2013 / А.Ф. Волков, И.В. Волвенко ; под ред. В.П. Шунтова и Л.Н. Бочарова. — Владивосток : ТИНРО-центр (в печати, б).

Сетной зоопланктон северо-западной части Тихого океана: таблицы встречаемости, численности и биомассы. 1985–2013 / А.Ф. Волков, И.В. Волвенко ; под ред. В.П. Шунтова и Л.Н. Бочарова. — Владивосток : ТИНРО-центр (в печати, в).

Сетной зоопланктон залива Петра Великого (Японское море): таблицы встречаемости, численности и биомассы. 1988–2013 / Н.Т. Долганова, И.В. Волвенко ; под ред. В.П. Шунтова и Л.Н. Бочарова. — Владивосток : ТИНРО-центр (в печати, г).

Сетной зоопланктон северо-западной части Японского моря: таблицы встречаемости, численности и биомассы. 1985–2013 / Н.Т. Долганова, И.В. Волвенко ; под ред. В.П. Шунтова и Л.Н. Бочарова. — Владивосток : ТИНРО-центр (в печати, д).

Шунтов В.П. Биологические ресурсы дальневосточных морей: перспективы изучения и освоения // Биол. моря. — 1988. — № 3. — С. 3–14.

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

Шунтов В.П. Некоторые результаты экосистемного изучения биологических ресурсов дальневосточных морей в связи с задачами дальнейших исследований // Бюл. № 5 реализации «Концепции дальневосточной бассейновой программы изучения тихоокеанских лососей». — Владивосток : ТИНРО-центр, 2010. — С. 186–195.

Шунтов В.П. Новые данные о перестройках в пелагических экосистемах дальневосточных морей // Вестн. ДВО РАН. — 1994. — № 2. — С. 59–66.

Шунтов В.П. Перестройки в пелагических экосистемах Охотского моря — реальный факт // Рыб. хоз-во. — 1998. — № 1. — С. 25–27.

Шунтов В.П. Экосистемные исследования ТИНРО биологических ресурсов дальневосточных морей // ТИНРО–70. — Владивосток : ТИНРО-центр, 1995. — С. 20–31.

Шунтов В.П., Волвенко И.В. Атласы количественного распределения нектона в дальневосточных морях // Дальневосточный регион — рыбное хозяйство. — 2005. — № 3. — С. 19–42.

Шунтов В.П., Дулепова Е.П., Темных О.С. и др. Состояние биологических ресурсов в связи с динамикой макроэкосистем в дальневосточной российской экономической зоне // Динамика морских экосистем и современные проблемы сохранения биологического потенциала морей России. — Владивосток : Дальнаука, 2007. — С. 75–176.

Шунтов В.П., Радченко В.И., Дулепова Е.П., Темных О.С. Биологические ресурсы дальневосточной российской экономической зоны: структура пелагических и донных сообществ, современный статус, тенденции многолетней динамики // Изв. ТИНРО. — 1997. — Т. 122. — С. 3–15.

Шунтов В.П., Темных О.С. Иллюзии и реалии экосистемного подхода к изучению и управлению морскими и океаническими биологическими ресурсами // Изв. ТИНРО. — 2013. — Т. 173. — С. 3–29.

Шунтов В.П., Темных О.С. Современные перестройки в морских экосистемах в связи с климатическими изменениями: приоритетность глобальных или региональных факторов? // Бюл. № 6 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2011. — С. 49–64.

Шунтов В.П., Темных О.С. Тихоокеанские лососи в морских и океанических экосистемах : моногр. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2008. — Т. 1. — 481 с.

Angilletta M.J., Dunham A.E. The temperature-size rule in ectotherms: simple evolutionary explanations may not be general //Am. Nat. — 2003. — Vol. 162. — P. 332–342.

Atkinson D. Temperature and organism size: a biological law for ectotherms? // Adv. Ecol. Res. — 1994. — Vol. 25. — P. 1–58.

Bergmann C. Uber die Verhaltnisse der Warmeokonomie der Tiere zu ihrer Grosse // Gott. Stud. — 1847. — Vol. 1. — P. 595–708.

Clutter R.I., Anraku M. Avoidance of samplers in zooplankton sampling // UNESCO monographs on oceanographic methodology. № 2: Zooplankton sampling. — Paris : UNESCO Press, 1968. — P. 57–76.

Dvoretsky V.G., Dvoretsky A.G. Epiplankton in the Barents sea: Summer variations of mesozooplankton biomass, community structure and diversity // Continental Shelf Research. — 2013. — Vol. 52. — P. 1–11.

Exploitation of marine communities / ed. R.M. May. — Berlin ets. : Springer-Verlag, 1984. — 367 p.

Mayr E. Geographic character gradients and climatic adaptation // Evolution. — 1956. — Vol. 10. — P. 105–108.

Shuntov V.P., Dulepova E.P., Radchenko V.I., Temnykh O.S. On the beginning of large reformations in communities of plankton and nekton of the Far-Eastern Seas // North. Pac. Mar. Sci. Org. (PICES), Second Annual Meeting : abstracts. — Seattle, 1993. — P. 35.

Stempniewicz L., Blachowiak-Samolyk K., Weslawski J.M. Impact of climate change on zooplankton communities, seabird populations and arctic terrestrial ecosystem — a scenario // Deep-Sea Res. II. — 2007. — Vol. 54. — P. 2934–2945.

The future of fisheries science in North America / eds R.J. Beamish, B.J. Rothschild. — Netherlands : Springer Science, Business Media, 2009. — Ser. 31. — 736 p.

Volvenko I.V. Data Base and GIS technologies in studying nekton of the northwest Pacific: the first results and perspectives : NPAFC. — 2003a. — Doc. 730. — 17 p.

Volvenko I.V. GIS and Atlas of Salmons spatial-temporal distribution in the Okhotsk Sea : NPAFC. — 2003b. — Doc. 729. — 32 p.

Volvenko I.V. New GIS for spatial-temporal dynamics analysis of Okhotsk Sea nekton // Abstracts of PICES 12th Annual Meeting. — Seoul, 2003c. — P. 111–112.

Volvenko I.V. GIS and Atlas of Salmons spatial-temporal distribution in the northwestern part of Japan (East) Sea : NPAFC. — 2004. — Doc. 812. — 22 p.

Volvenko I.V. GIS and Atlas of Salmons spatial-temporal distribution in the northwestern part of the Pacific Ocean : NPAFC. — 2005a. — Doc. 879. — 30 p.

Volvenko I.V. GIS and Atlas of Salmons spatial-temporal distribution in the western part of the Bering Sea : NPAFC. — 2005b. — Doc. 880. — 23 p.

Volvenko I.V. The concept of information support for bioresource and ecosystem research in the North-West Pacific: Theory and practical implementation // Natural Resources. — 2016. — Vol. 7. — P. 40–50.

Volvenko I.V. The new large database of the Russian bottom trawl surveys in the Far Eastern Seas and the North Pacific Ocean in 1977–2010 // International Journal of Environmental Monitoring and Analysis. — 2014. — Vol. 2, № 6. — P. 302–312.

Volvenko I.V. The role of the Regional Data Center (RDC) of the Pacific Research Fisheries Center (TINRO-Center) in North Pacific ecosystem and fisheries research // Research & Science. — 2015. — Vol. 1, № 8. — P. 47–54.

Поступила в редакцию 20.09.16 г.