

УДК 639.2.05:004.085(265.5)

**Информационное обеспечение комплексных исследований  
водных биоресурсов Северо-Западной Пацифики**

**Часть 2**

**Базы данных, базы знаний, автоматизированные рабочие места**

*И.В. Волвенко*

Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр (ФГБНУ «ТИНРО-Центр»), г. Владивосток  
E-mail: volvenko@tinro.ru

Во второй части статьи, начало которой опубликовано в 156-м томе «Трудов ВНИРО», описан двадцатилетний опыт создания и эксплуатации больших баз данных (БД) нового типа, подготовленных в ходе реализации Концепции информационного обеспечения биоресурсных и экосистемных исследований Северо-Западной Пацифики для изучения траловой макрофауны пелагиали (в основном обитающей от поверхности до 1000 м) и дна (до глубин около 2000 м), показаны их достоинства и неустранимые недостатки, связанные со спецификой планирования и финансирования морских экспедиций. Особую ценность имеют материалы, собираемые с конца 1970-х гг. в комплексных экосистемных экспедициях на акватории постоянного многолетнего мониторинга — в исключительной экономической зоне России и сопредельных водах.

Регулярно обследуемая здесь площадь пелагиали составляет почти 6, а дна — чуть более 2 млн км<sup>2</sup>, число выполненных траловых станций превышает 40 тыс. При этом собрана информация (численность и биомасса в уловах, размерный состав, данные биологических анализов) о 825 видах обитателей пелагиали и 1306 — бентали.

Приведены примеры крупных обобщений, имеющих фундаментальное и существенное прикладное значения, которые могли быть сделаны только с применением описанных уникальных БД. Подчеркнута важность продолжения работ по дополнению этих БД новой информацией. Такая деятельность — реальный вклад в информационное обеспечение экосистемных исследований, рационального природопользования, экологической, продовольственной и прочей безопасности для неуклонного развития России и Азиатско-тихоокеанского региона в целом. Далее рассмотрены два направления, в которых ведутся работы по созданию рыболово-промышленных баз знаний на основе этих БД (1 — описание особенностей пространственно-временного распределения животных средствами ГИС; 2 — оценка видового состава, встречаемости, плотности населения и валового запаса биоресурсов с помощью электронных справочных систем), а также используемые для этого АРМ и некоторые принятые в ТИНРО-Центре стандарты обобщения информации: основные методики и формулы расчётов, применяемые коэффициенты, принципы и схемы районирования акватории, уровни осреднения и способы группировки данных, в том числе выделяемые для этого биологические сезоны и многолетние периоды. Окончание настоящей статьи опубликовано в этом же номере Трудов ВНИРО.

**Ключевые слова:** информационное обеспечение, водные биоресурсы, экосистемный подход, Северо-Западная Пацифика, базы данных, базы знаний, автоматизированные рабочие места, ГИС, атласы, справочники.

## ВВЕДЕНИЕ

Настоящее сообщение является продолжением серии из трёх статей. Введение, материалы и методы, а также расшифровка сокращений даны в первой части [Волвенко, 2015].

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

**Базы данных для биоресурсных и экосистемных исследований траловой макрофауны.** Создание больших БД, соответствующих КИО, началось в лаборатории прикладной биоценологии во второй половине 1990-х гг. с БД траловой макрофауны пелагиали. Первичными материалами для неё послужили оцифрованные данные с лицевой стороны траловых карточек (т.е. пока без данных массовых промеров, записанных на обороте, и анализов из журналов), как импортированные из БД «Морская биология», АРМ «Ихтиолог», АРМ ТИ, так и заново вводимые в ПК с бумажных носителей из архива. Элементарной «забивкой» данных с листа» в новую БД тогда были заняты почти все научные сотрудники лаборатории, инженеры, аспиранты, а также студенты, проходившие практику. Кстати, это на время резко увеличило и скорость пополнения данными БД «Морская биология».

Выше уже отмечалось, что не все траловые карточки равнозначны по объёму, качеству и надёжности содержащихся в них данных<sup>1</sup>. Поэтому предварительно по архивным материалам были отобраны только те рейсы, где была собрана полноценная информация. Далее значительные усилия были затрачены на тщательный анализ карточек, всевозможные проверки и редактирование. Алгоритмы некоторых методик поиска и устранения ошибок опубликованы [см. напр.: Волвенко, 1998, 1999] и программно реализованы на ЭВМ (рис. 1), другие не поддаются формализации — требуют рутинного

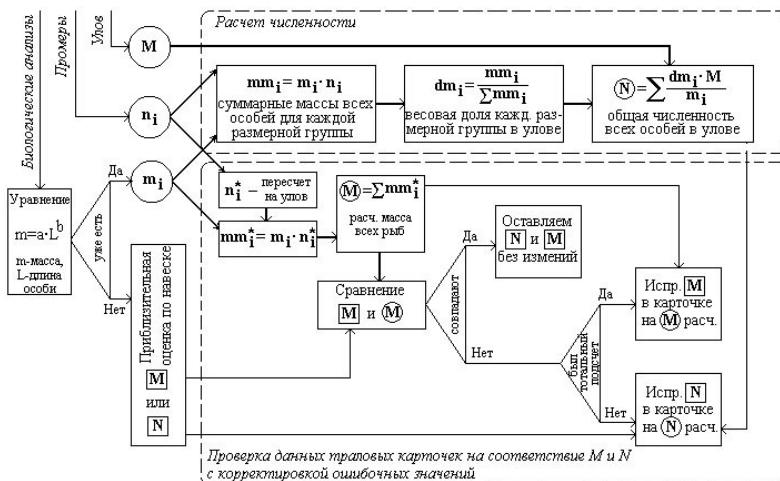
«ручного» или квалифицированного умственного труда — внимательной сверки чисел и фрагментов текстов, знания систематики и фаунистики, ареалов гидробионтов, достигаемых ими предельных размеров и т.д. Например, таксономический состав уловов выверялся по множеству монографий, статей [Несис, 1985, 1994; Федоров, Парин, 1998; Борец, 2000; Каталог..., 2000; Catalog..., 1998; Systematics..., 1998; Mecklenburg et al., 2002 и мн. др.] и Интернет-сайтов.

Пополнение БД велось поэтапно — сначала по одному водоёму, потом по другому. По завершении каждого этапа делались ГИС и ЭСС [см. напр.: Волвенко, 2003 б, 2004 а; Volvenko, 2003 а–д, 2004 а–с, 2005 а–д, ]<sup>2</sup>, а с их помощью готовились к печати большие атласы и табличные приложения к ним в следующей последовательности: по Охотскому [Атлас..., 2003; Нектон..., 2003], Японскому [Атлас..., 2004; Нектон..., 2004] морям, СЭТО [Атлас..., 2005; Нектон..., 2005] и Берингову морю [Атлас..., 2006; Нектон..., 2006]<sup>3</sup>. В процессе работы над ними продолжалась верификация и уточнение информации, содержащейся в БД. В частности: 1) заново корректировались видовые списки гидробионтов с учётом синонимии и последних нововведений в систематике; 2) из списков пойманных видов исключались те, для которых трал не является подходящим орудием лова, например, водоросли, а также эвфаузииды, гиперииды, мизиды, сагитты и прочие представители относительно мелкого планктона, встречающиеся в обвязке сетного полотна трала; 3) наименования видов, оказавшихся чрезвычайно далеко за пределами известных для них ареалов, исправлялись на наименования видов, внешне схожих с первыми, но распространённых в месте съёмки; 4) по данным промеров со взвешиваниями и полных биологических анализов определялись коэффициенты уравнений регрессии для расчёта массы тела по длине особи. Эти уравнения помогли найти и исправить записи, дающие «выбросы» средней индивидуальной массы особей (кг/экз.) из-за ошибоч-

<sup>1</sup> Позднее, в 2003 г. при подготовке к печати первого атласа нектона Охотского моря было подсчитано, что суммарный объём данных по одному только этому морю, накопленный даже за меньший период наблюдений, превышает 50 тыс. траловых карточек [Бочаров, Озёрин, 1995]. Не менее половины из них — данные пелагических траловых станций, но только чуть более 6 тыс. из почти 25 тыс. карточек оказались пригодны для создания ГИС. Т.е. КПД первоначального массива <25% [Атлас..., 2003].

<sup>2</sup> На некоторые из них через несколько лет получены авторские свидетельства [Волвенко, 2011 г—и].

<sup>3</sup> Подробнее о них будет сказано в следующих разделах.

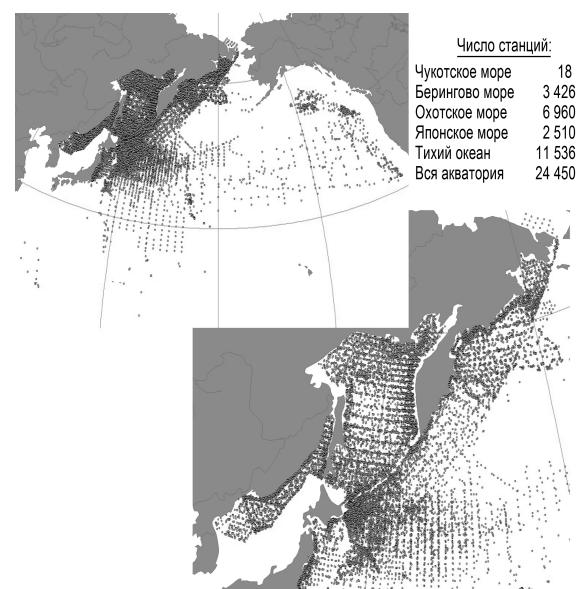


**Рис. 1.** Пример алгоритмов расчёта численности и корректировки значений, записанных в траловой карточке, по размерно-весовому составу животных в улове. Внесённые в карточку значения  $N$  и  $M$  заключены в квадраты, расчётные — в круги [Волвенко, 1999]

ных значений численности или биомассы вида в улове [Волвенко, 1999]. Кроме того, по ним уточнены весовые границы размерно-возрастных классов некоторых видов, для которых применялись дифференцированные коэффициенты уловистости<sup>4</sup>. Различные аспекты методик предварительной обработки данных подробно описаны в нескольких публикациях [см. напр.: Волвенко, 1998, 1999, 2004 а; Атлас..., 2003, 2004, 2005, 2006; Нектон..., 2003, 2004, 2005, 2006]. Все полученные промежуточные и конечные результаты статистической и картографической обработки верифицировались экспертами по отдельным таксономическим группам и биоценозам в целом.

В итоге лаборатория прикладной биоценоологии получила собственную оригинальную по содержимому и возможностям БД «Траловая макрофауна пелагиали Северной Пацифики 1979–2005 гг.» [Волвенко и др., 2012], которая создавалась, пополнялась и совершенствовалась в течение 10 лет — с 1996 по 2006 гг. Она содержит тщательно отобранные, многократно проверенные и отредактированные данные 24450 карточек, заполненных по результатам пелагических тралений, выполненных в 161 рейсе в северной части Тихого океана и сопредельных Чукотском, Беринговом, Охотском, Японском морях (рис. 2) за период с

24.12.1979 по 30.11.2005. В базе имеется количественная информация более чем о 1000 видах и групп макрофаяны. Она пригодна для экосистемных, биогеографических и биоресурсных исследований. Одно из основных её назначений — служить информационной основой дальнейшего мониторинга состояния пелагических экосистем и популяций отдельных



**Рис. 2.** Пространственное распределение станций БД «Траловая макрофауна пелагиали северной Пацифики 1979–2005 гг.» по всей акватории (сверху) и на акватории постоянного многолетнего мониторинга (снизу), где сосредоточена большая часть сырьевой базы отечественного рыболовства

<sup>4</sup> Им также посвящён отдельный раздел настоящего сообщения.

видов — от массовых промысловых до индикаторных, эндемичных, редких и исчезающих. Фрагменты этой БД и различные версии её программного обеспечения послужили основой десятков отчётов и научных публикаций, написанных на рубеже XX–XXI вв. Однако первое упоминание о ней в печати встречается лишь в 2002 г. [Dulepova, Volvenko, 2002].

Опыт её эксплуатации чрезвычайно разнообразен. Обратим внимание лишь на некоторые моменты. Во-первых, как уже упоминалось, для практического использования часть информации из БД с минимальными комментариями опубликована в восьми томах атласов и справочников [Атлас..., 2003, 2004, 2005, 2006; Нектон..., 2003, 2004, 2005, 2006]. В двух специальных статьях [Шунтов, 2005; Шунтов, Волвенко, 2005] показаны некоторые возможности и перспективы использования этих томов для исследовательских и прикладных целей. Во-вторых, БД стала отправной точкой для многих методических изысканий и нововведений [см. напр.: Суханов и др., 1996; Волвенко, 1998, 1999, 2003 а, 2004 б; Volvenko, 2000, 2003 а, 2003 д, 2004 д; Суханов, Иванов, 2009 а]. В-третьих, она сыграла ключевую роль в выявлении целого ряда общих экологических и биогеографических закономерностей, в том числе имеющих важные прикладные следствия для рыболовства [Волвенко, Титяева, 1999 а, 1999 б; Волвенко, 2001 а, 2001 б, 2004 а, 2004 б, 2007 а, 2007 б, 2008 а, 2008 б, 2009 а–м, 2010; Иванов, Суханов, 2002; Суханов, Иванов, 2009 б; Шунтов и др., 2003, 2007 а, 2007 б, 2010 а; Волвенко, Кафанов, 2006; Volvenko, Kafanov, 2006; Кулик, 2007, 2008, 2009; Шунтов, Темных, 2008 а–в; Суханов, Иванов, 2009 б; Volvenko, 2009, 2011, 2012 б–д и мн. др.]. В-четвёртых, совокупность количественных характеристик макрофауны, содержащихся в БД, описывает состояние и пространственно-временную динамику различных биоценотических группировок обследованной акватории за интервал времени, который охватывает период крупных экосистемных перестроек в биоте всего региона, вызванных глобальными изменениями климато-океанологических и космо-геофизических факторов с начала 1990-х гг. [Шунтов, 1986 а, 1994 б; Шунтов и др., 1997, 2007 а, 2007 б;

Радченко и др., 1998 и мн. др.]. Эта бесценная информация никогда не утратит своего значения и станет надёжной базой для будущих сравнений при дальнейшем мониторинге экосистем Северо-Западной Пацифики.

Тем не менее, в 2006 г. все виды деятельности по дополнению и редактированию БД были прекращены. Они отнимали у сотрудников лаборатории слишком много времени и усилий на чисто технические работы в ущерб научным. Видимо, по этой же причине некоторые специалисты, прежде оказывавшие помощь в редактировании данных, стали отказываться от такого рода сотрудничества под любым благородным предлогом.

Только в начале 2010 г. по настоянию проф. В.П. Шунтова и при содействии дирекции института работы в этом направлении возобновились. К концу года БД была дополнена и модифицирована. Благодаря ранее приобретённому опыту за это время удалось выполнить огромный объём работ [Волвенко, Кулик, 2011; Volvenko, Kulik, 2011]:

В БД добавлены материалы комплексных экспедиций ТИНРО-Центра, выполненных за последний период. Теперь в ней содержатся данные 27879 траловых станций, расположенных в Северной Пацифике. Часть из них не пригодна для экосистемных исследований — это аварийные, промысловые и прочие неучётные траления, но они содержат другую полезную информацию<sup>5</sup> и потому оставлены в БД. Вместе с тем возросла особо важная часть массива: число полноценных (учётных) тралений в районах постоянного мониторинга (рис. 2) достигло 22445.

Найдены и исправлены опечатки в координатах, датах, глубинах, скоростях и прочих характеристиках тралений, а также в записях о размерах и массе гидробионтов, возникшие, например, при путанице в единицах измерения — см или мм; г, кг, ц или т.

Заново откорректированы видовые списки (включающие теперь 1037 видов и групп<sup>6</sup>)

<sup>5</sup> Это может быть видовой состав без данных о численности и биомассе гидробионтов, результаты промера и/или анализа хотя бы одного вида, наконец — информация о глубинах, температуре воды, метеообстановке.

<sup>6</sup> Не все особи идентифицированы до вида.

гидробионтов с учётом последних изменений в систематике.

Впервые БД дополнена данными, записанными на обратных сторонах траловых карточек, о массовых промерах почти 4,5 млн особей 394 видов гидробионтов и результатами содержащихся в специальных журналах биологических анализов более 500 тыс. экз. представителей 231 вида (рис. 3).

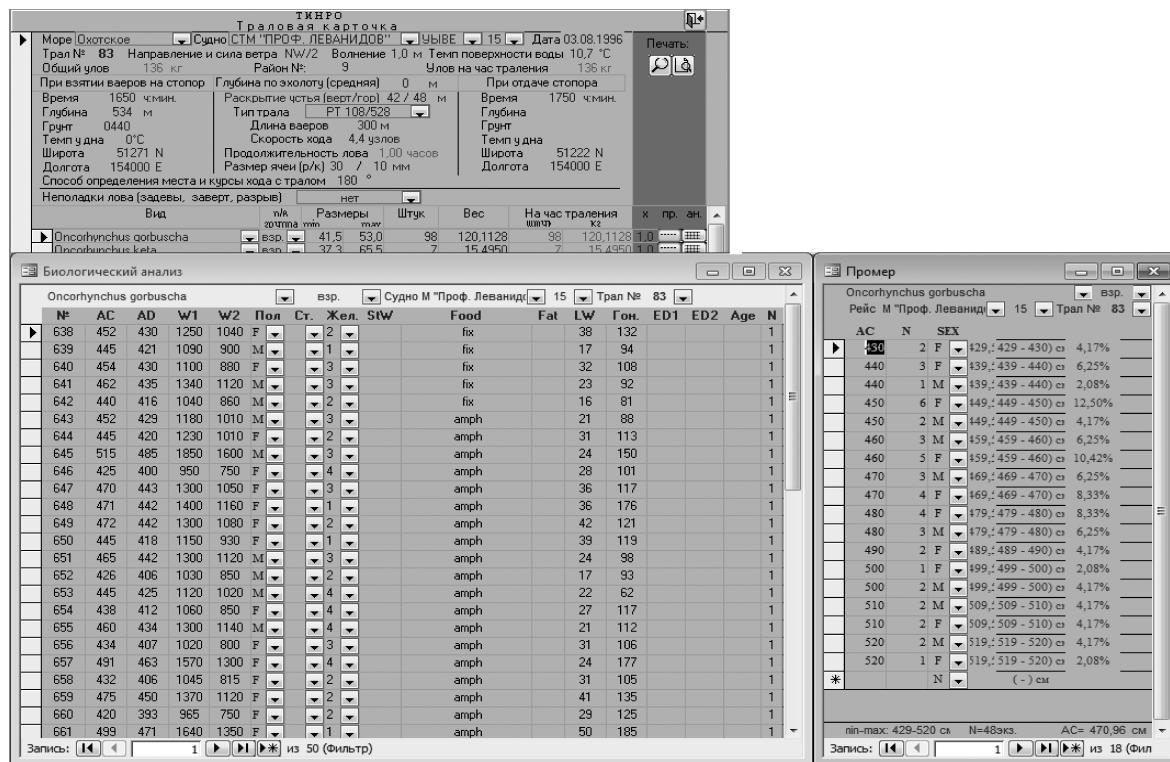
Проведенная по материалам массовых промеров и биологических анализов дополнительная проверка траловых карточек позволила добавить первоначально пропущенные при оцифровке данные по весу и количеству гидробионтов в уловах.

По выборкам из анализов определены новые коэффициенты сотен уравнений регрессии для расчёта индивидуальной массы по длине особи. Эти уравнения в очередной раз помогли найти и исправить ошибочные значения численности или биомассы вида в улове. Кроме того, по ним ещё раз уточнены весовые границы размерно-возрастных классов некоторых видов, для которых применялись дифференцированные коэффициенты уловистости.

Не пришлось долго ждать и первых результатов функционирования обновленной БД. В том же 2010 г. её материалы были использованы для подготовки серии из 4 больших статей [Шунтов и др., 2010 б–д] об экологической ёмкости дальневосточных морей и субарктической Пацифики для пастбищного выращивания лососей, а также сданы в печать 3 монографии [Макрофауна..., 2012 а–в] — новые тома справочников, подобных ранее опубликованным [Нектон..., 2003, 2004, 2005, 2006].

В 2012 г. эта БД была передана из лаборатории прикладной биоценологии в РЦД для дальнейшего администрирования и обеспечения доступа к её материалам всех заинтересованных сотрудников ТИНРО-Центра, а официально зарегистрирована в Госреестре она была только в 2014 г. под названием «Траловая макрофауна пелагиали Северной Пацифики 1979–2009 гг.» [Волченко и др., 2014 а].

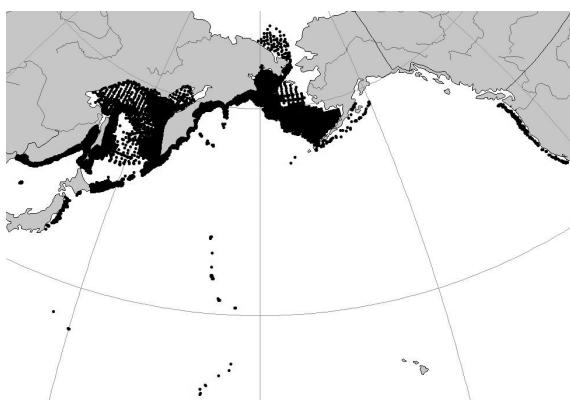
В продолжение реализации КИО и в соответствии с Комплексной программой рыбохозяйственных исследований на Дальневосточной бассейне [Бочаров, 2012], после введения в эксплуатацию БД пелагических траловых стан-



**Рис. 3.** Пример представления в БД промеров и анализов, соответствующих одной из строк траловой карточки: в улове 98 экз. горбуши, 50 из них проанализированы, остальные промерены

ций, в 2011 г. в ТИНРО-Центре начались работы по созданию аналогичной БД донных тралений. Она призвана служить основным источником экосистемной информации о ВБР бентали (это — минтай, треска, навага, палтусы, камбалы, терпуги, макруры и другие ценные демерсальные рыбы, а также крабы, креветки, кальмары, двустворчатые и брюхоногие моллюски, морские ежи, прочие промысловые беспозвоночные) и их биотическом окружении (остальных компонентах придонных биоценотических группировок) для основного рыбопромыслового бассейна России.

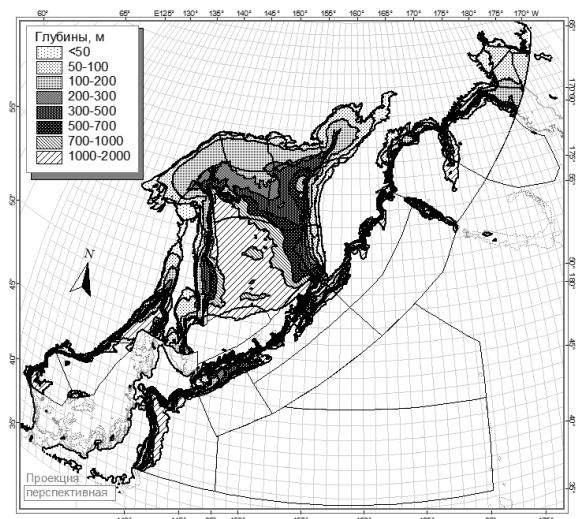
К моменту начала работ над новой БД в БД «Морская биология» содержались данные почти 140 тыс. траловых станций. Более половины из них — донные. Предварительная кропотливая работа в архиве с томами подшивок траловых карточек и на компьютере с оцифрованными данными позволила выбрать те рейсы, где разбирали и записывали в карточки всех рыб из уловов, а также отметить как неучётные траления: 1) аварийные; 2) технические или настроечные; 3) чисто промысловые; 4) прицельные траления по эхозаписям; 5) продолжавшиеся более 3,5 ч либо не более 5 мин (если в последнем случае трал поднимали на борт без улова); 6) выполненные со скоростью менее 2 узлов. Оказалось, что этим требованиям удовлетворяют менее 50% донных траловых станций, материалы которых содержатся в БД «Морская биология». Их распределение по акватории показано на рис. 4.



**Рис. 4.** Пространственное распределение траловых станций, информация с которых есть в БД «Траловая макрофауна бентали Северной Пацифики 1977–2010 гг.» [Волвенко, 2014 в]

Далее среди отобранных рейсов были найдены те, в которых не взвешивали, не подсчитывали или вообще не учитывали беспозвоночных животных либо записывали данные о них в карточки слишком редко. Остальные были помечены как пригодные для учёта не только рыб, но и беспозвоночных, обитающих на дне или в придонном слое воды. К сожалению, во многих рейсах гидробиологи при разборе и записи уловов были не столь добросовестны, как ихтиологи. Поэтому получается, что новая БД изначально состоит из двух выборок: весь массив импортированных в неё данных можно использовать для исследования придонных ихтиоценов, и лишь 2/3 его — для изучения всей макрофлоры или только беспозвоночных животных. Кроме того, ихтиологи, как правило, записывали в карточки размеры, число и массу рыб каждого вида в улове, а гидробиологи часто — лишь что-то одно: либо число особей, либо их массу. С таким неустранимым недостатком исходных данных пришлось смириться, остальные были по возможности устраниены. Для этого после формирования исходного массива значительные усилия снова были затрачены на тщательный анализ и скрупулезное редактирование импортированных данных — всевозможные проверки и исправления ошибок. Необходимость и корректность всех сделанных при этом исправлений верифицированы экспертами по отдельным таксономическим группам и биоценозам в целом при сравнении статистических таблиц и географических карт, полученных по БД до и после правки.

В завершение работы над этой БД с помощью ГИС-технологий по карте акватории и координатам тралений выявлено попадание каждой станции в один из 48 стандартных районов осреднения биостатистической информации [Волвенко, 2003 а], а также в одну из 8 батиметрических зон, расположенных между изобатами 0, 50, 100, 200, 300, 500, 700, 1000 и 2000 м (рис. 5). Эта информация добавлена в характеристики траловых станций для облегчения стандартных процедур статистической и картографической обработки данных. После чего была проведена серия последних проверок, состоявшая из построения карт распределения массовых, промысловых и индикаторных видов, расчётов абсолютного обилия всех видов

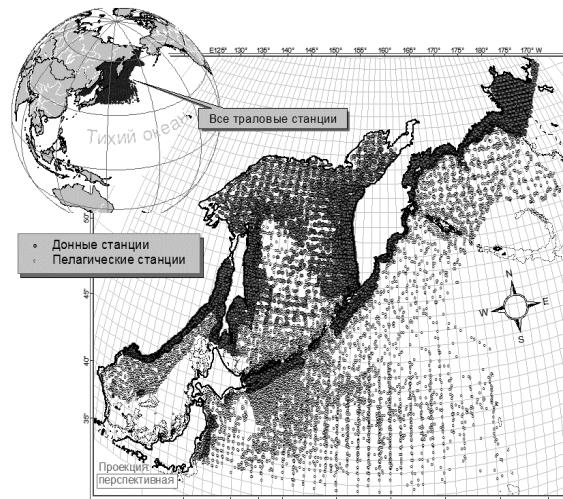


**Рис. 5.** Пересечение восьми батиметрических диапазонов (обозначены штриховкой) с 48 стандартными районами осреднения информации (их границы показаны линиями)

в батиметрических диапазонах каждого биостатистического района в различные сезоны года и многолетние периоды. Эта работа велась путём последовательных итераций: после обнаружения экспертами недостатков находился и ликвидировался их источник, затем вся процедура повторялась заново — до тех пор, пока замечания экспертов не были исчерпаны и БД не достигла своего современного состояния.

Всё перечисленное потребовало 3 лет работы творческого коллектива, состоящего из сотрудников нескольких лабораторий ТИНРО-Центра. В результате проведённых ими работ в новой БД содержится многократно проверенная информация, полученная за 34 года (с 26.04.1977 по 16.09.2010) на 32699 донных траловых станциях 224 тщательно отобранных рейсов, материалы которых пригодны не только для биоресурсных, но также для биоценологических, экосистемных и биогеографических исследований. Она включает в себя 459660 записей (строк траловых карточек), регистрирующих поимки гидробионтов более чем 1400 видов с данными об их численности и/или биомассе и размерах. Часть БД, которая годится для учёта всей макрофауны, в том числе беспозвоночных животных, состоит из данных 21249 станций, выполненных в 130 рейсах. В остальной части имеется информация только об ихтиофауне.

Заметим также, что в этой БД есть информация нескольких рейсов, проводившихся далеко за пределами ИЭЗ России — на подводных горах открытого океана и возле Америки (рис. 4). Однако наибольшую ценность представляют собой данные 30510 донных траловых станций, находящихся в зоне постоянного мониторинга состояния донных ВБР — в пределах стандартных районов осреднения биостатистической информации (рис. 6). Работавшие здесь суда могли тралить на глубинах от 5 до 2025 м, поэтому донные траловые станции располагаются не так далеко от берега, как пелагические, и охватывают почти втрое меньшую акваторию — 2,2 млн км<sup>2</sup> (площадь дна) против 6 млн км<sup>2</sup> (площадь поверхности воды), регулярно обследуемых траловыми съёмками пелагиали (рис. 6).



**Рис. 6.** Расположение донных и пелагических траловых станций в ИЭЗ России и сопредельных водах на акватории многолетнего мониторинга состояния ВБР

В 2014 г. БД получила официальную регистрацию под названием «Траловая макрофауна бентали Северной Пацифики 1977–2010 гг.» [Волченко и др., 2014 б]. Любая информация из неё может быть получена сотрудниками института в РЦД, согласно Положениям о БД, в установленном порядке.

Наибольшим спросом в РЦД пользуются материалы пелагических и донных траловых съёмок, выполненных в рамках экосистемного мониторинга Северо-Западной Пацифики

(табл. 1, 2). Это — данные, особо тщательно отобранные и многократно выверенные в процессе подготовки шести геоинформационных систем [Волвенко, 2011 а–е], трёх докторских диссертаций [Волвенко, 2009 е; Иванов, 2013; Заволокин, 2014], двадцати двух монографий [Шунтов, 2001, 2015; Иванов, Суханов, 2002; Атлас..., 2003, 2004, 2005, 2006; Нектон..., 2003, 2004, 2005, 2006; Суханов, Иванов, 2009 б; Шунтов, Темных, 2008 а, 2011 а; Макрофауна..., 2012 а–в, 2014 а–д] и большого количества научных статей.

**Таблица 1.** Величины выборок, сделанных в пелагиали (верхние числа) и у дна (нижние числа) в пределах акватории многолетнего мониторинга состояния ВБР (рис. 6) [Волвенко, 2014 г; Volvenko, 2014 а, 2015]

Водоём	Обследованная площадь, тыс. км <sup>2</sup>	Количество траловых станций, шт.	Количество пойманных особей, млн экз.
<b>Море:</b>			
Берингово	886	3543	38,4
	342	4126	6,8
Охотское	1486	8100	63,5
	1368	6763	20,6
Японское	425	2343	20,4
	199	5395	7,4
Тихий океан	3116	8459	251,4
	333	2867	11,4
Вся акватория	5912	22445	373,7
	2243	19151	46,2

*Примечание.* Среди донных траловых станций учтены только те, по которым есть информация и по рыбам, и по беспозвоночным.

Первыми были созданы БД и БЗ по траловой макрофауне пелагиали, и, соответственно, с их использованием опубликовано больше всего статей. Вероятно, один только их перечень превысит весь объём настоящего сообщения<sup>7</sup>. В первую очередь здесь нужно сослаться на несколько крупных обобщений, имеющих фундаментальное и существенное прикладное значение.

<sup>7</sup> Кстати, такой перечень трудно составить, поскольку авторы очень многих публикаций не ссылаются на конкретные БД, ГИС, ЭСС как на источники информации, сообщая в публикациях лишь то, что данные получены в результате траловых съёмок.

Это серии статей основателя экосистемного направления в ТИНРО проф. В.П. Шунтова и соавторов [Шунтов и др., 2003, 2007 а, 2007 б, 2010 а–д; Шунтов, Темных, 2008 б, 2008 в, 2011 б; Шунтов, 2010, 2012; Шунтов, Иванов, 2015]. Далее для примера многообразия задач, решаемых с помощью БД и БЗ по траловой макрофауне пелагиали, упоминаются только некоторые из тех, которые написаны с участием автора настоящего сообщения: об исследовании динамики доминирования видов [Волвенко, Титяева, 1999 а, 1999 б] и интегральных характеристиках макрофауны Охотского моря [Волвенко, 2001 а, 2001 б, 2002]; об отсутствии экологического кризиса в Северной Пацифике, закономерностях смены периодов доминирования массовых рыб (минтая, сельди, сардины, анчоуса) и достаточности кормовой базы для широкомасштабного промышленного разведения лососей [Volvenko, 2003 а; Волвенко, 2004 а]; о долгосрочном планировании многовидового рыболовства при климатических изменениях и экосистемных перестройках [Волвенко, 2004 б]; об обосновании альтернативного рыбопромыслового районирования Япономорской ИЭЗ России, базирующегося на естественных ихтиофаунистических выделах, а не формально административном делении акватории [Волвенко, Кафанов, 2006; Volvenko, Kafanov, 2006]; об особенностях пространственного распределения и миграций лососей [Shuntov et al., 1997; Volvenko, 2003 б, 2003 с, 2004 а–с, 2005 а–д; Шунтов и др. 2006; Шунтов, Темных, 2008 а, 2011 а]; о пространственном размещении промысловых скоплений массовых видов рыб и кальмаров по годам и сезонам [Шунтов, Волвенко, 2005]; об интегральных характеристиках макрофауны пелагиали Северо-Западной Пацифики — численности и биомассе [Волвенко, 2009 ж, 2009 з], размерах животных [Волвенко, 2009 м], их разнообразии [Волвенко, 2007 а, 2008 а], видовом богатстве [Волвенко, 2008 б], равномерности распределения обилия по видам [Волвенко, 2009 г, 2009 д], сравнительном статусе ДВ морей и СЗТО по этим характеристикам [Волвенко, 2009 л; Volvenko, 2009]. Есть также статьи, в которых описана пространственная изменчивость интегральных характеристик макрофауны — географическая (горизонтальная)

**Таблица 2.** Состав макрофлоры (в скобках — число видов), обнаруженной на акватории многолетнего мониторинга состояния ВБР (рис. 6) [Волченко, 2014 г; Volvenko, 2014 а, 2015]

Биотопическая группировка	Экологические формы	Таксономические группы	
Население пелагиали (825)	Нектон (790)	Рыбы и круглоротые (677)	Позвоночные (677)
		Головоногие (75)	Беспозвоночные (148)
		Креветки и шrimсы (38)	
	Макропланктон (35)	Медузы и гребневики (27)	
		Прочие (8)	
Население бентали (1306)	Нектобентос (819)	Рыбы и круглоротые (693)	Позвоночные (693)
		Головоногие (57)	Беспозвоночные (613)
		Креветки и шrimсы (69)	
	Бентос (468)	Брюхоногие (123)	
		Двустворчатые (71)	
		Крабы (38)	
		Морские ежи (8)	
		Голотурии (14)	
		Прочие (214)	
	Макропланктон (19)	Медузы и гребневики (19)	

*Примечание.* В данной таблице даны нижние пределы видового богатства перечисленных групп гидробионтов, поскольку не все особи идентифицированы до вида. Полные видовые списки опубликованы [Нектон..., 2003, 2004, 2005, 2006; Макрофлора..., 2012 а—в, 2014 а, 2014 б—д].

и хорологическая (вертикальная). При этом сделано уточнение учения Зенкевича-Богорова о биологической структуре океана [Волченко, 2009 а, 2009 е, 2009 и, 2009 к; Шунтов и др., 2010 а; Volvenko, 2011, 2012 б, 2014 а] и как практические следствия выявлены объективные причины социально-экономических процессов, объясняющие, почему в дальневосточной морской экономической зоне России: а) наиболее успешно всегда развивались специализированные промыслы, т.е. так называемое одновидовое рыболовство; б) с таким трудом внедряются в практику теоретические принципы многовидового пелагического рыболовства; в) непросто и в настоящее время вряд ли целесообразно переориентировать рыбодобывающий флот, за действованный в пределах дальневосточной ИЭЗ РФ, на промысел в открытом океане [Волченко, 2009 е, 2010]. Кроме пространственной, описана времененная динамика интегральных характеристик — суточная, сезонная и многолетняя, причины и закономерности изменений, их взаимные связи [Волченко, 2009 а—в, 2009 е, 2009 и, 2009 к; Шунтов и др., 2010 а; Volvenko, 2011, 2012 б]. Впоследствии

оказалось, что некоторые из обнаруженных закономерностей универсальны, свойственны всем биоценотическим группировкам, независимо от их ранга, положения в пространстве и времени, масштабов описания и единиц измерения [Волченко, 2012 а—в, 2014 а; Volvenko, 2012 а, 2012 с, 2012 д, 2014 б].

По донной БД, кроме табличных справочников [Макрофлора..., 2014 а—д], подготовлены публикации об основных закономерностях пространственного распределения интегральных характеристик в бентали [Volvenko, 2014 а; Шунтов, Волченко, 2015] и со сравнением между собой водоёмов Северо-Западной Пацифики [Волченко, 2014 в, 2014 г; Volvenko, 2015].

Теперь обратим внимание на основные неустранимые по независящим от нас причинам недостатки БД по пелагической макрофлоре.

Во-первых, по определению в состав макрофлоры и нектона входят морские млекопитающие, морские змеи и черепахи, а также морские птицы (особенно проводящие 99% времени на воде и в воде — чистиковые, гагары, веслоногие, поганки, а в южном полушарии — ёщё и пингвины). Они тоже играют значительную

роль в биоценозах, но, как уже было сказано, информация по ним в БД отсутствует, поскольку надёжных количественных оценок плотности их населения на обширных морских акваториях недостаточно.

Второй недостаток — недоучёт мезопелагических видов [Макрофауна..., 2010 а–в]: более достоверную информацию по ним и некоторым другим видам дали бы косые траления и объёмный метод расчётов плотности концентраций. Такой возможности не было<sup>8</sup> из-за насущной необходимости во все времена получать количественные данные по основным промысловым видам, это связано с прикладной направленностью института и его экспедиций.

В-третьих, обследование акватории имело неравномерный характер: в разное время не удавалось охватывать тралениями часть районов, сезонов и особенно вертикальных зон, например, в 1980-е гг. конкретные участки работ определялись необходимостью оценить численность сардины, сельди, скумбрии и минтая, а позднее — тихоокеанских лососей и минтая. В конце концов сократилось и общее число экспедиций, что привело к невозможности сравнения одного периода с предыдущими. В частности, исследования пелагиали Японского моря стали эпизодическими с 1991 г., а с 2003 г. — вообще редкостью. Мезопелагические траления на глубинах более 500 м давно уже стали единичными: они изредка делаются лишь в нескольких точках при выполнении вертикальных разрезов.

По поводу донных траловых съёмок Северо-Западной Пацифики уже отмечалось, что работавшие здесь суда могли тралить на глубинах  $\leq 2025$  м, поэтому донные станции располагаются не столь далеко от береговой линии как пелагические и покрывают значительно меньшую площадь (рис. 6, табл. 1). Как следствие: 1) в базах данных отсутствуют материалы по глубоководному траловому нектону, бентосу и нектобентосу; 2) объединение данных пелагических и донных тралений для расчёта общих интегральных характеристик макрофайны всей толщи воды некорректно, и по этой

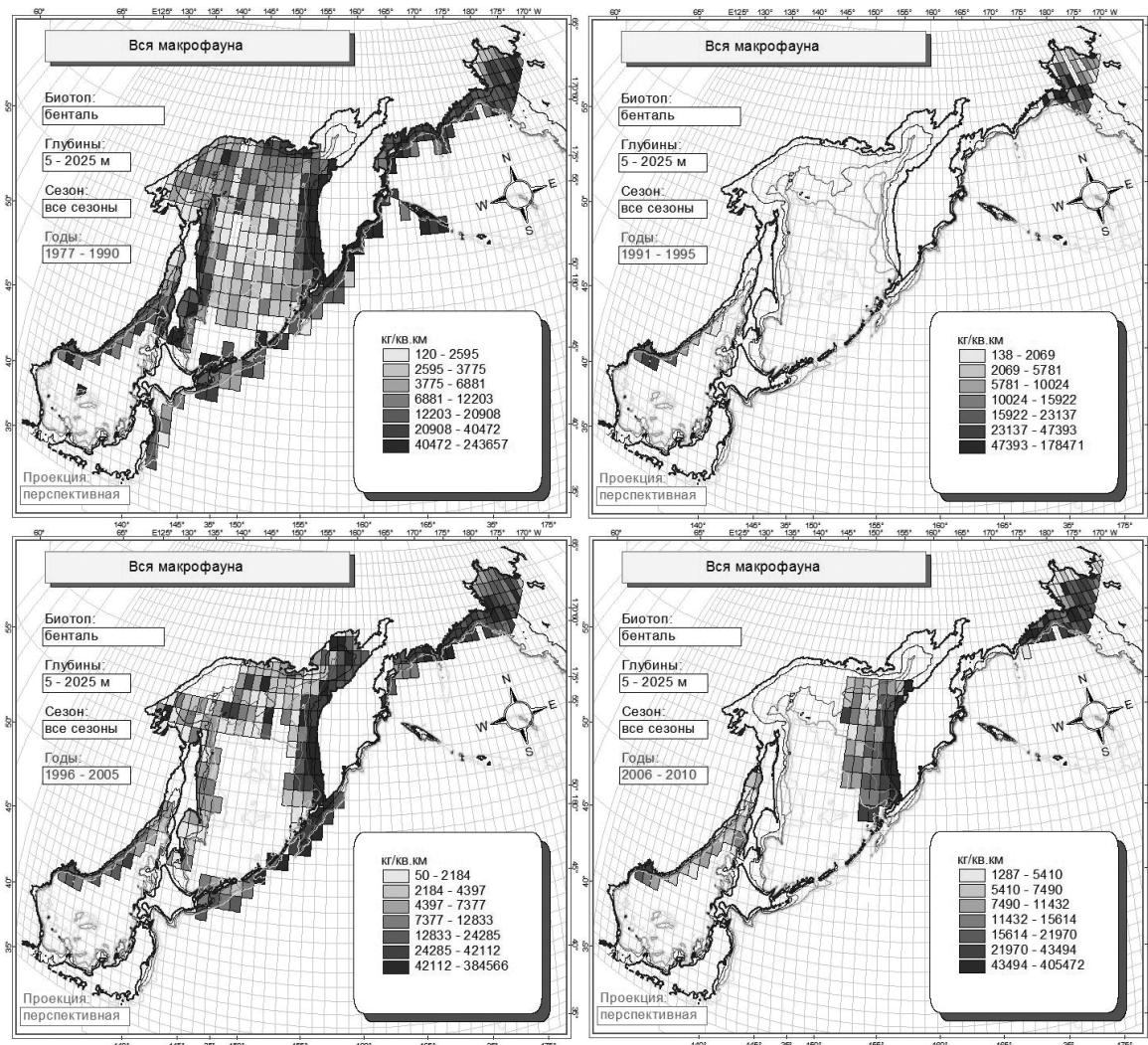
причине пелагиаль и бенталь в большинстве случаев должны рассматриваться отдельно друг от друга.

К сожалению, многие, в том числе необычные и интересные, закономерности, которые позволяет обнаружить БД донных траловых станций, невозможно исследовать в динамике. Дело в том, что дно Северо-Западной Пацифики обследовалось чрезвычайно неравномерно — как во времени, так и в пространстве. Большая часть полноценных материалов была собрана в 1980-е гг. С начала 1990-х гг. резко сократились число донных траловых съёмок, обследуемые ими площади и диапазоны глубин почти на всей акватории ИЭЗ России. На многих участках работы стали эпизодическими или вообще прекратились. Драматические последствия такого отношения к мониторингу состояния ВБР становятся очевидны при попытке разложить карту пространственного распределения среднемноголетней суммарной биомассы всей макрофайны на составляющие, относящиеся к четырём различным климато-океанологическим эпохам или периодам (рис. 7). На трёх из четырёх полученных карт появляются огромные бреши. Они возникают не потому, что на обширных акваториях вымерла вся донная макрофайна, а из-за серьёзных ошибок в планировании и/или финансировании биоресурсных исследований. Рисунок 7 иллюстрирует только тот факт, что за первые 14 лет (1977–1990) сделано больше, чем за следующие 20: в 1991–1995 гг. в стране были развал и кризис, в 1996–2005 гг. началось постепенное возобновление работ, а в 2006–2010 гг. наступил новый кризис. Только по Приморью и западной части Берингова моря есть почти непрерывные ряды наблюдений за состоянием придонных экосистем и ВБР.

В связи с вышеизложенным полноценный анализ временной динамики донных ВБР на большей части ИЭЗ в принципе невозможен. Картина подобная той, что показана на рис. 7, или худшая будет наблюдаваться при попытке проследить межгодовую динамику запасов любого вида демерсальных рыб и тем более донных беспозвоночных, данных по которым собрано меньше, чем по рыбам.

Таким образом, информация из новой БД полезна не только для учёных и рыбопромыш-

<sup>8</sup> Только в 1990-х гг. в нескольких экспедициях выполняли косые обловы по горизонтам 1000–500, 500–200 и 200–0 м.



**Рис. 7.** Пространственное распределение биомассы всей макрофaуны бентали в разные многолетние периоды, различающиеся по климато-океанологическим условиям и статусу биологических ресурсов [Волвенко, 2014 б; Volvenko, 2014 с]

ленников. Она выявляет некую парадоксальную политico-экономическую ситуацию. Ещё недавно проведение комплексных исследований водных биоресурсов, оценка и мониторинг их состояния входили в наиболее приоритетные задачи научно-исследовательских работ рыболовства и хозяйственно-научной науки [Макоедов, Дягилев, 2002; Макоедов, Кожемяко, 2007]. В текущем столетии это тем более важно в связи с расширением разработки месторождений нефти и газа на дальневосточном шельфе [Адрианов, Тарасов, 2007]. Однако в последнее время морские экспедиционные работы здесь фактически ограничиваются лишь рейсами, обеспечивающими

краткосрочные прогнозы минтаевого и лососёвого промыслов. При этом утрачивается целостный взгляд на экосистему и непрерывность рядов многолетнего мониторинга. Можно подумать, что науку вынуждают обеспечивать только «сиюминутные» (путинные) интересы рыбаков. Возможно, часть рыболовных компаний и являются «временщиками», но биоресурсная политика государства должна быть обращена в будущее. Собираемой в настоящее время информации уже недостаточно для полноценных экосистемных исследований. К тому же неизвестно, что происходит на протяжении последних лет с придонной макрофaуной на большей части акватории Охотского моря, у

восточной Камчатки, восточного Сахалина и Курильских о-вов — регулярные траловые исследования там прекратились уже давно<sup>9</sup>.

Ранее уже отмечалось [Адрианов, Тарасов, 2007], что «отставание РФ в области эффективного экологического мониторинга морских акваторий на сегодняшний день создает реальную угрозу национальной безопасности нашей страны» [С. 179]. И вновь в ноябре 2013 г., на заседании Совета безопасности РФ уже из уст президента прозвучали слова о том, что процент ВВП, который Россия тратит на экологические мероприятия, ни в какое сравнение не идет с развитыми странами. Он заметил, что в нашей стране долгое время вопросы экологической безопасности были на периферии внимания, потребовал ускорить принятие государственной стратегии экологической безопасности и вывести на новый уровень фундаментальные и научно-прикладные исследования. «Важно понимать, как будет меняться климат, каковы перспективы развития экологической ситуации в стране с горизонтом прогноза минимум 10–15 лет. Без таких данных сложно оценивать реальные угрозы экологической безопасности», — заметил В.В. Путин [цит. по: Латухина, 2013].

Очевидно, что обсуждаемые в настоящем разделе БД — реальный вклад в информационное обеспечение экосистемных исследований, рационального природопользования, экологической безопасности для неуклонного развития Дальнего Востока, всей нашей страны и Азиатско-тихоокеанского региона в целом. Несмотря на неполноту данных и вынужденные методические издергки исследований, благодаря многочисленности экспедиций в ТИНРО-Центре все-таки удалось собрать не имеющую аналогов в мировой практике информацию о составе, структуре и динамике макрофаяны пелагиали обширного региона, включающего всю океаническую часть дальневосточной экономической зоны России. С уверенностью можно утверждать, что лучшего материала для

<sup>9</sup> Либо эта информация перестала поступать в ТИНРО-Центр из КамчатНИРО и СахНИРО вопреки требованиям «Комплексной программы рыбохозяйственных исследований на Дальневосточном бассейне в 2012–2016 гг.» [см.: Бочаров, 2012].

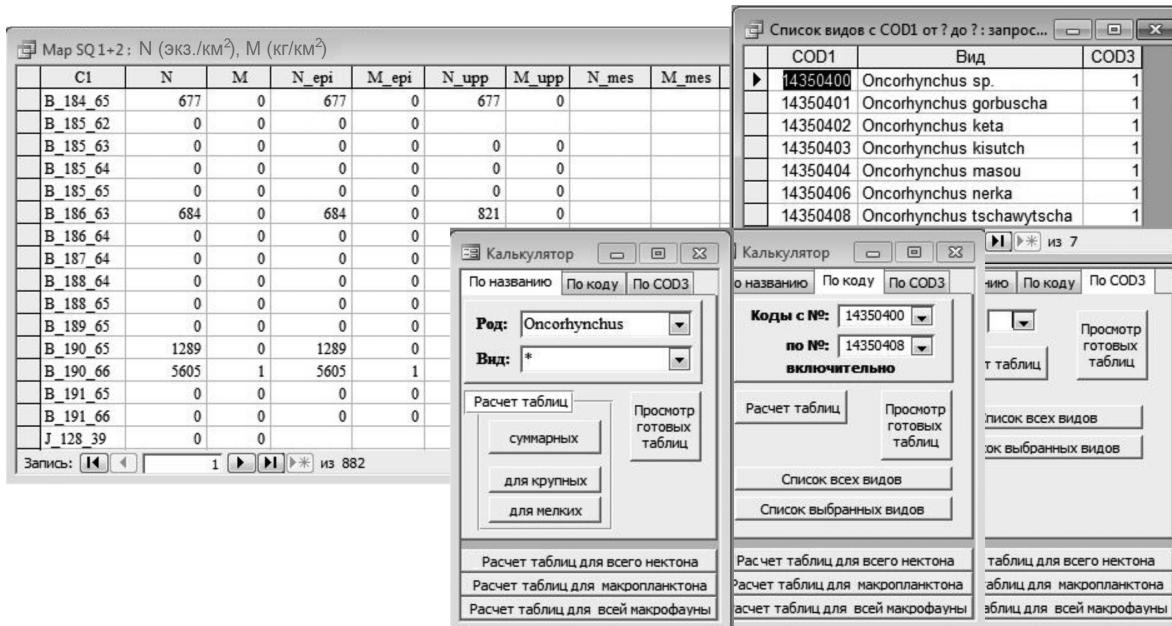
изучения биоценотических группировок ни у кого не было, нет и почти наверняка не появится в ближайшем будущем, поскольку, вопреки вышеупомянутым требованиям президента вывести фундаментальные и научно-прикладные исследования на новый уровень, научно-исследовательский флот дальневосточных рыбохозяйственных институтов стареет, оборудование изнашивается, финансирование неуклонно сокращается, программы морских экспедиций постепенно сворачиваются<sup>10</sup>. Данное обстоятельство подчеркивает ценность уже имеющегося материала для науки и практики. Созданные БД, несомненно, станут уникальной основой для будущих сравнений при мониторинге экосистем Северо-Западной Пацифики.

### АРМ и вычисления для создания БЗ.

Следующим шагом в реализации КИО после организации БД является создание на их основе БЗ о ВБР. С 2002 г. эта работа ведётся по двум направлениям: 1) описание особенностей пространственно-временного распределения животных; 2) оценка видового состава, встречаемости, плотности населения и валового запаса биоресурсов. В соответствии с первым направлением готовятся ГИС, содержащие десятки тысяч электронных карт пространственного размещения гидробионтов, со вторым — ЭСС со статистическими таблицами различных показателей обилия всех видов ВБР [Волвенко, 2005].

Для подготовки ГИС и ЭСС используются АРМ (пока не зарегистрированные в Госреестре), реализующие стандартные расчёты численности и биомассы отдельных видов, а также размерно-возрастных, надвидовых таксономических и прочих групп гидробионтов на каждой траловой станции и/или на некотором участке обследованной акватории (рис. 8). Все

<sup>10</sup> Уже списаны 3 научно-исследовательских судна, принадлежавшие ТИНРО-Центру, а очередное снижение финансирования этого института в 2014 г. на 10% по сравнению с уровнем 2013 г. с учётом инфляции приведёт к дополнительному сокращению объёма морских экспедиционных исследований ещё на 30% [<http://pollack.ru/press-czentr/news/sovet-adm-obsudil-voprosyizakonodatel'nogo-i-nauchnogo-obespecheniya-rybolovstva.html>].



**Рис. 8.** Примеры форм и запросов в одном из АРМ для расчёта обилия ВБР: численности и биомассы всех лососей по 882 трапециям 1×1°

вычисления выполняются с учётом следующих соображений.

Как известно, численность ( $N$ ) или биомасса ( $M$ ) на единицу обловленной тралом площади, квадратный километр, (в экз./км<sup>2</sup> или кг/км<sup>2</sup>) обычно определяются по формулам:

$$N = \frac{n}{A} \text{ или } M = \frac{m}{A}, \text{ где } A = 1,852 \cdot v \cdot t \cdot \frac{a}{1000},$$

а на единицу обловленного объёма, кубический километр, (в экз./км<sup>3</sup> или кг/км<sup>3</sup>) по:

$$N = \frac{n}{V} \text{ или } M = \frac{m}{V}, \text{ где } V = 1,852 \cdot v \cdot t \cdot \frac{\pi \cdot \frac{a}{2} \cdot \frac{b}{2}}{1000000}.$$

Здесь:  $n$  — число, экз.;

$m$  — масса животных в улове, кг;

$A$  — площадь, км<sup>2</sup>;  $V$  — объём, км<sup>3</sup>

обловленные во время траления;

$t$  — продолжительность траления, ч;

$v$  — скорость траления, уз.;

$a$  и  $b$  — горизонтальное и вертикальное раскрытие устья трала, м;

константы: 1,852 — число км в морской миле, 1000 — число м в км, 1000000 — число м<sup>2</sup> в км<sup>2</sup>,  $\pi \approx 3,14159$  — число  $\pi$ .

Данные выражения лежат в основе двух классических способов расчёта обилия гидробионтов — так называемых «площадного» и «объёмного» методов [см. напр.: Аксютина,

1968]. Преимущества второго из них неоспоримы [Волченко, 1998]. Однако для корректного его применения требуется детальная информация о пределах вертикального распространения каждого вида животных и особенностей распределения их плотности на разных глубинах. Известно, что для многих видов эти параметры существенно зависят от места и времени (сезона и времени суток) отбора проб, а также физиологического состояния особей. До сих пор слабая изученность хорологии большинства (в том числе некоторых массовых промысловых) видов ведёт к тому, что использование «объёмного» метода зачастую даёт на выходе увеличение не информации, а энтропии. В связи с этим все показатели обилия гидробионтов для ГИС и ЭСС, так же как для атласов [Атлас..., 2003, 2004, 2005, 2006] и справочников [Нектоны..., 2003, 2004, 2005, 2006; Макрофайны..., 2012 а–в, 2014 а–д], рассчитаны всё же традиционным «площадным» методом, хотя его стандартные формулы и дополнены двумя поправочными коэффициентами.

Численность и биомасса каждого вида животных на единицу обловленной площади, квадратный километр, (в экз./км<sup>2</sup> и кг/км<sup>2</sup>) для каждой траловой станции вычислены по формулам:

$$N = \frac{n \cdot p}{A \cdot k} = \frac{n \cdot p}{1,852 \cdot v \cdot t \cdot 0.001 \cdot a \cdot k} \text{ и}$$

$$M = \frac{m \cdot p}{A \cdot k} = \frac{m \cdot p}{1,852 \cdot v \cdot t \cdot 0.001 \cdot a \cdot k}.$$

Этот способ расчёта отличается от классического «площадного» только введением двух поправок  $\rho$  и  $k$ , компенсирующих недоучёт гидробионтов, обусловленный несовершенством орудия лова и методики его применения.

Первая поправка ( $\rho \geq 1$ ) вводится сомножителем в числитель как коэффициент объёмности и / или коэффициент компенсации ступенчатости траения.

Введением в расчёты  $\rho$  в качестве коэффициента объёмности сделана попытка совместить достоинства «площадного» и «объёмного» подходов к оценке обилия животных. Для этого в процессе траения сопоставляли показания эхолота и прибора, фиксирующего вертикальное раскрытие устья трала. По результатам таких наблюдений вводился поправочный коэффициент, равный отношению высоты обловленного скопления гидробионтов к вертикальному раскрытию трала. Например, если в процессе пелагического траения облавливался косяк рыбы высотой 120 м при вертикальном раскрытии устья 40 м, то улов умножался на 3. Все подобные корректировки отражены в траловых карточках. Такой подход позволяет оценить обилие животных под единицей площади обследуемой акватории более корректно, чем стандартный «площадной» метод.

Другая необходимость использования этой поправки возникает с применением ступенчатой методики траения, когда часть времени разноглубинный трал буксируют на одном горизонте, потом продолжают траение на другом. Это, естественно, снижает научную ценность собранных данных, но делается очень часто — исключительно с целью экономии времени, усилий и материальных затрат на проведение траловой съёмки. Например, в течение часового траения первые 30 мин облавливались горизонт 200 м, а остальное время поверхность слой воды. Тогда улов лососей, обитающих в верхней эпипелагии, умножался на 2. То же делалось с уловом крупного минтая, который склонен к придонному образу жизни. Тем самым компенсировался тот факт, что местооби-

тания каждого из этих двух видов облавливались лишь в течение половины учётного времени.

В остальных случаях (а при донных тралениях — во всех случаях) поправке  $\rho$  автоматически присваивалось значение, равное 1, и она не влияла на результаты расчётов.

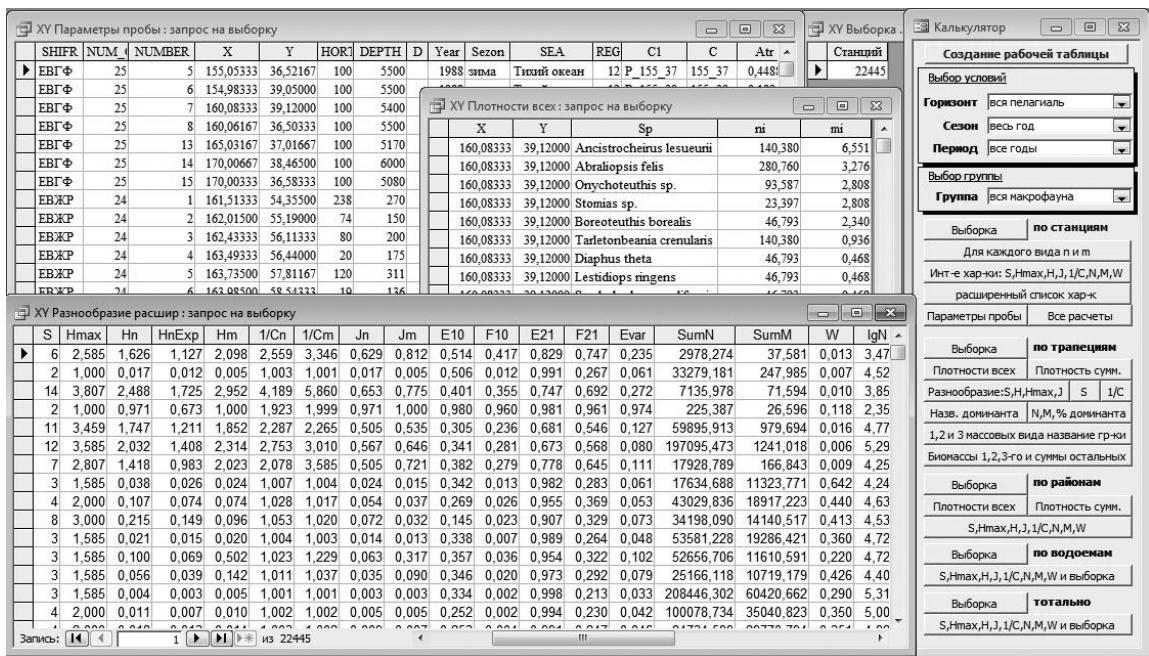
Вторая поправка ( $0 < k < 1$ ) вводится сомножителем в знаменатель. Она представляет собой эмпирический коэффициент уловистости, который обсуждается в следующем разделе. Почти все прочие переменные, входящие в уравнения расчёта обилия гидробионтов, — данные фактических измерений, выполненных на каждой станции. Единственное исключение составляет горизонтальное раскрытие устья трала ( $a$ ): в большинстве случаев (для тралов, не оснащённых специальным измерительным оборудованием) это величина расчётная. Методы её оценки уже описаны выше.

Для создания БЗ об интегральных характеристиках биоценотических группировок были использованы специальные АРМ (рис. 9) (тоже ещё официально не зарегистрированные), которые после стандартного расчёта обилия гидробионтов выполняют вычисления по схеме, показанной на рис. 10. В ней фигурируют основные интегральные показатели, упоминающиеся в настоящем сообщении:

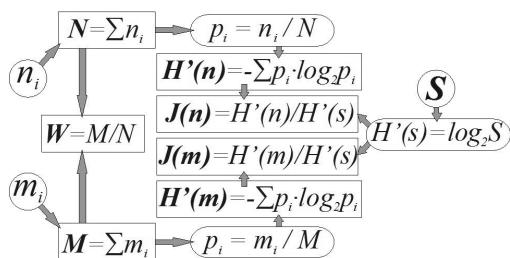
1) суммарные численность (экз./км<sup>2</sup>) и биомасса (кг/км<sup>2</sup>) — показатели обилия, плотности населения, отражающие потенциальный запас воспроизводимых биологических ресурсов, продуктивность той экосистемы, которая обеспечивает их воспроизводство, а также интенсивность биогеохимического круговорота и реализованную экологическую ёмкость среды на том участке, где эта система располагается;

2) средняя индивидуальная масса особи (кг/экз.) — характеристика средних размеров, среднего уровня метаболизма животных, количества потребляемых ими ресурсов, мощности и подвижности особей, а также доли хищников среди них;

3) видовое разнообразие по Шеннону [Shannon, 1948] (бит/экз. и бит/кг) — мера неопределённости — неоднозначности принадлежности случайно взятой особи или килограмма биомассы к определённому виду, показатель пригодности той или иной акватории для моно- или, наоборот, многовидового рыболовства;



**Рис. 9.** Пример формы и запросов в одном из АРМ для расчёта интегральных характеристик макрофaуны: найдены все показатели для каждой из 22445 пелагических траловых станций



**Рис. 10.** Схема расчётов интегральных показателей (выделены жирным шрифтом), упоминающихся в тексте. Исходные данные: численность ( $n_i$ ) и биомасса ( $m_i$ ) каждого вида, а также длина видового списка ( $S$ ).

Расчёты величины: суммарные групповые численность ( $N$ ) и биомасса ( $M$ ), средняя индивидуальная масса особи ( $W$ ), два варианта индекса разнообразия ( $H'(n)$  и  $H'(m)$ ) по Шеннону, два варианта индекса выравненности ( $J(n)$  и  $J(m)$ ) по Пайлоу. В промежуточных расчётах фигурируют: численная и весовая доли ( $p_i$ ) каждого вида, максимально возможное при данном числе видов значение индекса

4) видовое богатство (число видов) — мера таксономического многообразия и числа реализованных экологических ниш;

5) выравненность видовых обилий по Пайлоу [Pielou, 1966] (доля ед.) — показатель равномерности распределения особей (или их биомассы) по видам, синоним «полидоминантности» биоценотических группировок, вели-

чина обратно пропорциональная выраженнойности доминирования массовых видов над всеми прочими («монодоминантности», или «олигомиксности»), характеристика однородности структуры и сложности организации сообщества.

Разнообразие и выравненность вычисляются в двух вариантах: по числу особей и по их биомассе.

Для создания БЭ также использованы элементарные методики статистической обработки данных, описания которых имеются в любом учебнике по статистике [см. напр.: Лакин, 1973], и простейшие геоинформационные технологии, реализованные в большинстве картографических компьютерных программ [см. напр.: ДeМерс, 1999; Суханов, 2005]. Прочие частные методы и формулы с необходимыми ссылками на литературные источники приведены в соответствующих разделах статей и монографий, подготовленных с помощью обсуждаемых БД и БЭ.

**Коэффициенты уловистости для макрофaуны.** По первоначальному определению [Баранов, 1933] коэффициент уловистости — это отношение количества пойманных рыб ко всему количеству рыб, находившихся на облавливаемой площади.

Ещё в начале организации учётных работ при экосистемном изучении биоресурсов было признано невозможным для всех видов гидробионтов принимать это отношение одинаковым и равным 1, как делалось раньше в течение многих десятилетий. В связи с этим в каждой БД есть связанная со списками видов и размерно-возрастных групп таблица коэффициентов уловистости, применяемых при любых расчётах обилия ВБР, в том числе для создания БЗ.

Коэффициент уловистости, разумеется, видоспецифичен, то есть определяется величиной и формой тела, а также скоростью плавания и особенностями поведения гидробионтов. Кроме того, он зависит от орудия лова и условий его применения, плотности концентрации промыслового объектов, их размерно-возрастного состава и физиологического состояния. Однако современные методики исследований не позволяют учесть все перечисленные факторы. Поэтому лишь к небольшому числу наиболее массовых и относительно хорошо изученных видов рыб и кальмаров в ГИС и ЭСС применяются коэффициенты уловистости, дифференцированные по трём различным размерно-возрастным классам особей: мелкие, или «личинки»; средние, или «молодь»; крупные, или «взрослые». Улов каждого размерного класса для этих видов в рейсах записывался в траловую карточку отдельной строкой.

Таким образом, коэффициенты уловистости применяются в соответствии с размерами особей  $L$ , записанными в карточках. В тех случаях, когда запись о принадлежности улова к определённому размерно-возрастному классу отсутствует или размерные диапазоны пойманных особей перекрывают границы классов, рассчитывается средний вес особи в улове  $W$  для выбора наиболее соответствующего коэффициента. Для этого используются граничные значения  $W$  для размерных классов, найденные по уравнениям регрессии  $W = aL^b$ . Таблицы с регрессионными коэффициентами  $a$  и  $b$  находятся в АРМ, автоматически относящих записи об уловах к той или иной группе, если для данного вида предусмотрено применение дифференцированных коэффициентов.

Для остальных животных приняты коэффициенты уловистости, не зависящие от размеров

особей. Вместе с тем и для них введён нижний предел: независимо от видовой принадлежности самым мелким особям с размерами тела до 5 см и массой менее 1 г (как правило, это личинки рыб) присваивается минимальное из принятых нами значений коэффициента уловистости, равное 0,01.

Величины коэффициентов для всех видов, надвидовых таксонов и размерных групп животных варьируют от 0,01 до 0,75 [Атлас..., 2003, 2004, 2005, 2006; Нектон..., 2003, 2004, 2005, 2006; Макрофауна..., 2012 а–в, 2014 а–д]. Некоторые из них получены методами подводных наблюдений [например, для креветок: Тарасова, 1986; Згуровский, 1987; миктофид: Попков, 1986], другие — сопоставлением данных траловой съёмки с данными промыслового вылова [в частности для лососей см.: Шунтов, 1994 а; Шунтов и др., 1995; Шунтов, Темных, 1996 и др.] или альтернативных методов учёта [для сельди см.: Мельников, 2002; Мельников, Кузнецова, 2002], третьи — с помощью экстраполяции и аналогии по сведениям о размерах и поведении гидробионтов [см. напр.: Науменко, 1986; Баланов, Ильинский, 1992]. Последний подход в оценке коэффициентов уловистости, к сожалению, пока преобладает над прочими. Строго говоря, современный уровень знаний со 100%-й уверенностью позволяет утверждать только то, что величина коэффициента уловистости всегда больше нуля и меньше единицы. Первый предел обусловлен тем, что животные с нулевым коэффициентом уловистости никогда бы не встречались в уловах. Второй следует из того, что уловистость, равная единице, может быть только у идеального орудия лова, зона действия которого стремится к бесконечности, а коэффициент вариации вылова за единицу промыслового усилия — к нулю [Кадильников, 1987].

В связи с вышесказанным коэффициенты уловистости, применяемые в практике экосистемных исследований, во многих случаях являются экспертными и не общепризнанными. Их величины для всех видов и размерных групп гидробионтов приведены в каждом томе вышеупомянутых атласов и справочников. Многочисленные противники применения коэффициентов уловистости легко могут пересчитать

приведённые там данные по своему усмотрению. Для этого достаточно умножить на данный коэффициент любой из показателей плотности — численность или биомассу. Те же, кто в принципе не отрицает необходимость введения коэффициентов уловистости, но не согласен с принятыми нами конкретными значениями, также легко могут пересчитать плотность, умножив её на наш коэффициент, а затем разделив на свой собственный.

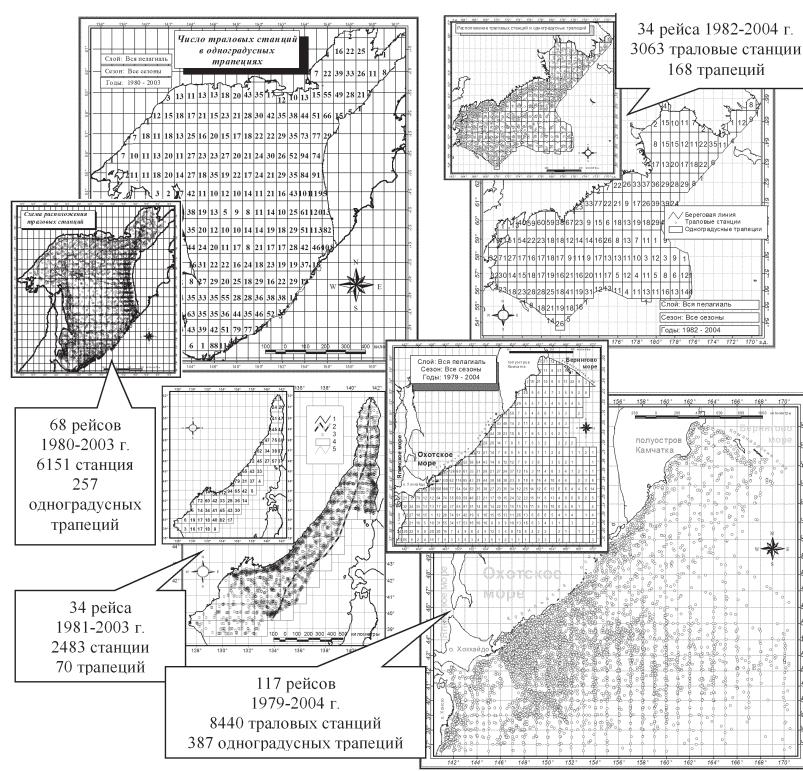
### **Районирование акватории, уровни осреднения и способы группировки данных.**

Для упрощённого и компактного описания пространственно-временной неоднородности жизни в морях и океане с помощью ГИС и ЭСС с самого начала реализации КИО было принято несколько разномасштабных дискретных шкал пространства и времени, о которых сказано в настоящем разделе. Начнём со стандартизации разделения обследованного пространства на части.

Расчёты по материалам БД при помощи АРМ для научных исследований или создания справочной литературы обычно выполняются в пределах каких-то заранее заданных стандартных полигонов, либо проделываются многократно с последовательным уменьшением учётной площади. На рассматриваемых здесь данных это проще всего сделать: 1) для всего обследованного региона по данным всех отобранных в нём проб; 2) для отдельных бассейнов — трёх морей и СЭТО; 3) отдельно для каждой из проб (траповых станций). Однако разрыв между вторым и третьим масштабами уровнями описания явлений слишком велик ( $0,5\text{--}3$  млн км $^2$  и  $0,005\text{--}2,5$  км $^2$  соответственно). Поэтому он заполняется введением двух промежуточных способов дискретизации акватории. Это одноградусные трапеции и стандартные районы осреднения биостатистической информации. Теоретически для этого можно использовать и промысловые районы, рыболовные зоны, зоны ответственности управлений, рыбводов и т.п., но это своего рода политические варианты членения акватории, не имеющие под собой никаких биологических или географических оснований. Поэтому они не используются в экосистемных исследованиях.

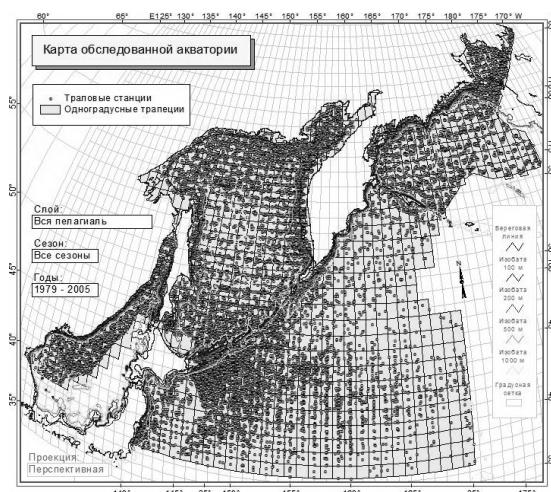
Проще всего оказалось реализовать первый из названных способов районирования. Стандартными средствами ГИС вся акватория, на которой располагались траповые станции, была разбита на одноградусные трапеции с центрами в точках пересечения меридианов и параллелей. Трапеции, смежные с сушей или границами моря, а также включающие острова, преобразованы в полигоны более сложной формы. Остальные одноградусные трапеции в проекции Меркатора, которая используется для производства морских навигационных карт, выглядят прямоугольниками (рис. 11), а в перспективной проекции — криволинейными четырехугольниками (рис. 12). Принятое таким образом пространственное разрешение в 1 градус по широте и долготе даёт регулярную сетку полигонов с легко идентифицируемыми положениями и границами. Их размеры (площади) оказались наиболее мелкими из пригодных для отображения среднемноголетних значений обилия макрофауны и прочих её интегральных характеристик при построении дискретных карт [см. напр.: Атлас..., 2003, 2004, 2005, 2006; Волченко, 2004 а, 2007 б]. Более мелкие полигоны вводить нецелесообразно из-за нехватки исходных данных: во многих из них окажется слишком мало траповых станций. Кроме того, площадь в 1 градус считается [Кафанов, Кудряшов, 2000; Кафанов, 2005] «наименьшей площадью при биотическом районировании в региональной шкале» — именно одноградусная дискретизация данных прекрасно зарекомендовала себя при ихтиофаунистическом районировании Японского моря [Кафанов и др., 1995; Kafanov et al., 2000, 2001; Kafanov, Volvenko, 2001; Волченко, Кафанов, 2006; Volvenko, Kafanov, 2006].

Стандартные районы осреднения биостатистической информации выделены с учётом общей схемы поверхностной циркуляции вод, рельефа дна и размещения модификаций водных масс, идентифицированных по температурно-солёностным характеристикам. Эти районы (рис. 13) представляют собой естественные природные комплексы, характеризующиеся сравнимой однородностью вод, что является следствием формирования их свойств в конкретных местных географических, геоморфологических, климатических и гидрологи-



**Рис. 11.** Картографическая основа и объёмы выборок для первых ГИС [Волвенко, 2011 а–е], созданных в соответствии с КИО, и каждого из четырёх подготовленных по ним атласов [Атлас, 2003, 2004, 2005, 2006]

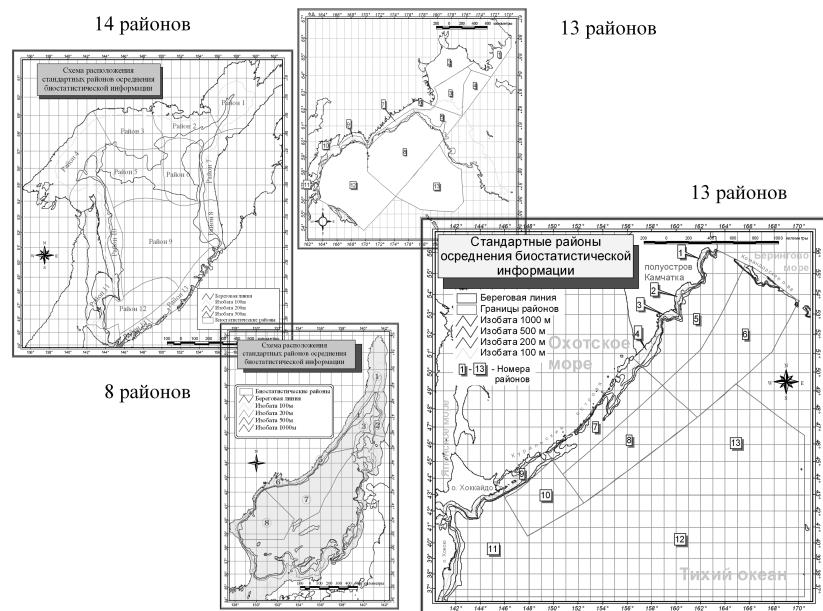
ческих условиях. Данное районирование в определённой степени следует считать ландшафтно-экологическим, а с учётом районирования Субарктической Пацифики на более крупные районы, такие как каждое из дальневосточных морей, Западный Субарктический круговорот, Аляскинский круговорот и т.д., участки, показанные на рис. 13, являются районами третьего порядка.



**Рис. 12.** Акватория постоянного мониторинга ВБР с изображением пелагических траловых станций и 882 одноградусных трапеций

Данное районирование прочно вошло в практику с 1984 г. для унификации фаунистических, биоценологических и прикладных рыбохозяйственных исследований дальневосточной экономической зоны СССР. С тех пор оно постоянно используется в рейсовых, ежегодных промежуточных и сводных отчётах ТИНРО-Центра. С его учётом планировались крупномасштабные комплексные съёмки дальневосточных морей. Оно уже вошло в сотни статей, опубликованных сотрудниками институтов и отделений НТО ТИНРО, официальные документы, предоставляемые Россией в международные организации РICES и NPAFC [см. напр.: Shuntov et al., 1993, 1997; Temnykh et al., 2002; Volvenko, 2003 c], а также во все цитированные выше монографии и большинство статей, преимущественно биоценологической и/или экосистемной тематики. Таким образом, уже сложился определённый стандарт географической привязки пространственно распределённой информации, обеспечивающий сопоставимость разноплановых экологических сведений и непрерывность рядов данных многолетнего мониторинга состояния акватории.

В процессе реализации КИО оно принято по двум соображениям: 1) для полной сопостав-



**Рис. 13.** Схемы расположения стандартных районов (всего их 48), по которым обобщалась биостатистическая информация в первых ЭСС, созданных в соответствии с КИО, и в серии подготовленных по ним табличных справочников [Нектон..., 2003, 2004, 2005, 2006]

вимости результатов с дополнительной информацией, которую можно найти во множестве статей и монографий, авторы которых придерживались той же схемы; 2) для устранения артефактов, связанных с неравномерной обследованностью акватории. Комплексные съёмки планировались так, что размещение станций почти всегда оказывалось равномерным в пределах каждого из районов, но чрезвычайно неравномерно между районами (распределение станций по районам не пропорционально их площадям).

Схема районирования западной части Берингова моря (рис. 13) впервые частично опубликована проф. Шунтовым и соавторами в 1988 г. [Шунтов, 1988 а; Шунтов и др., 1988 а]. Позднее она была дополнена [см. напр.: Шунтов и др., 1993] и в настоящее время включает в себя 13 районов:

- 1 — Берингов пролив;
- 2 — северо-западная часть Анадырского залива;
- 3 — юго-восточная часть Анадырского залива;
- 4 — восточная часть Анадырского залива;
- 5 — Наваринский;
- 6 — Корякский шельф;
- 7 — Корякский вал глубин;
- 8 — западная часть Алеутской котловины;

- 9 — Олюторский вал глубин;
- 10 — шельф Карагинского и Олюторского заливов;
- 11 — Карагинский вал глубин;
- 12 — Командорская котловина;
- 13 — центральная часть Алеутской котловины.

Схема районирования Охотского моря впервые опубликована проф. Шунтовым и соавторами в 1986 г. [Шунтов, 1986 б; Шунтов и др., 1986]. По ней акватория делится на 14 районов:

- 1 — залив Шелихова;
- 2 — Ямско-Тауйский;
- 3 — Охотско-Лисянский;
- 4 — Аяно-Шантарский;
- 5 — Ионо-Кашеваровский;
- 6 — впадина ТИНРО;
- 7 — северо-западнокамчатский;
- 8 — юго-западнокамчатский;
- 9 — центральная котловина Охотского моря;
- 10 — восточно- сахалинский шельф;
- 11 — заливы Терпения и Анива;
- 12 — южная котловина;
- 13 — средне-северокурильский Охотского моря;
- 14 — южно-курильский Охотского моря.

Схема районирования северо-западной части Японского моря вводится позже [Волвенко, 2003 а], по согласованию с проф. Шунтовым. В соответствии с ней российская экономическая зона делится на 7 районов:

- 1 — северная часть Татарского пролива;
- 2 — юго-западносахалинский;
- 3 — северо-япономорской глубоководный;
- 4 — северо-приморский;
- 5 — южно-приморский;
- 6 — залив Петра Великого;
- 7 — средне-япономорской глубоководный.

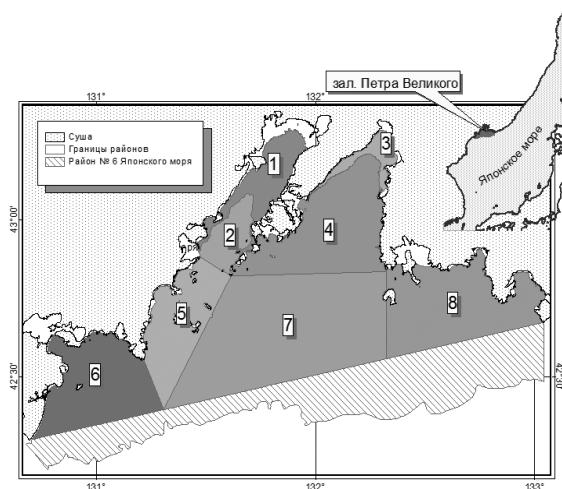
Позднее к ним был добавлен восьмой — северокорейский, исследования в котором велись по межправительственным соглашениям.

Заметим, что район № 6 (зал. Петра Великого) в сравнении с другими районами по физико-географическим условиям и распределению биоты очень неоднороден. Это связано с изрезанностью его береговой линии, подразделённостью на заливы нескольких порядков и наличием большого количества бухт. В связи с этим осреднённые для всего залива количественные данные маскируют реальную мозаичность в распределении ВБР и специфические региональные особенности в структуре сообществ. В связи с этим при подготовке отдельной БЗ по макрофауне бентали зал. Петра Великого и соответствующего справочника [Макрофауна..., 2014 а] биостатистический район № 6 был в свою очередь подразделен на 8 более мелких районов. При этом учитывались очертания береговой линии, распределение глубин и расположение выделяемых районов второго порядка по отношению к открытym водам Японского моря (рис. 14).

Схема районирования открытых вод северо-западной части Тихого океана (рис. 13) впервые опубликована проф. Шунтовым и соавторами в 1988 г. [Шунтов, 1988 б; Шунтов и др., 1988 б] в сокращённом виде. Полностью она состоит из 13 районов:

- 1 — Камчатский залив;
- 2 — Кроноцкий залив;
- 3 — Авачинский залив;
- 4 — юго-восточнокамчатский;
- 5 — Камчатская впадина;
- 6 — открытые океанские воды Камчатки и Командорских островов;
- 7 — приостровные океанские воды средних и северных Курильских островов;
- 8 — открытые океанские воды средних и северных Курильских островов;
- 9 — приостровные океанские воды южных Курильских островов;
- 10 — открытые океанские воды южных Курильских островов;
- 11 — Японский;
- 12 — зона полярного фронта;
- 13 — зона субарктического течения.

До 2003 г. среди многочисленных приверженцев этой схемы районирования были распространены разнотечения в определении формы и положения границ отдельных районов, их площадей, средних глубин и прочих количественных характеристик. Ситуация осложнялась тем, что в практику вошло дальнейшее дробление стандартных районов на батиметрические участки, ограниченные различными изобатами, для более точного учёта обилия гидробионтов (см. напр. рис. 5). При этом площади участков каждый рассчитывал как мог — зачастую кустарными «дедовскими» методами: подсчётом клеточек на миллиметровке или взвешиванием на аптекарских весах фигур, вырезанных из кальки. За основу в таких случаях обычно брали наиболее доступные штурманские навигационные карты, создаваемые в цилиндрических проекциях Меркатора, которые призваны сохранять без искажений направления и углы, а отнюдь не площади.



**Рис. 14.** Стандартные районы четвёртого порядка для осреднения информации в зал. Петра Великого Японского моря [Макрофауна..., 2014 а]

Чтобы унифицировать применение схемы стандартных биостатистических районов для биоценологических исследований морской акватории дальневосточной экономической зоны России путём предоставления пользователям намного более точной морфометрической<sup>11</sup> информации, границы районов были сняты с первоисточников (морских карт масштаба 1:2000000, на которые они нанесены в 1986 г. автором районирования) и оцифрованы в десятичных градусах. По ним с применением ГИС-технологий в равноплощадных проекциях были вычислены и опубликованы [Волченко, 2003 а] данные о площадях поверхности воды и дна, средних глубинах, объёмах воды во всей толще, в слое 0–200 м (эпипелагиаль), 0–50 м (верхняя эпипелагиаль) и т.д.

С тех пор к общей схеме были добавлены новые районы<sup>12</sup>, скорректированы границы старых, уточнены данные по глубинам, положению изобат и береговой линии, введены батиметрические зоны для обобщения данных по макрофауне бентали. При этом расчёты их морфометрических характеристик сделаны заново по более совершенным методикам. Новая информация о площадях поверхности воды и дна опубликована в табличных справочниках по траловой макрофауне [Нектон, 2003, 2004, 2005, 2006; Макрофауна..., 2012 а–в, 2014 а–д], об объёмах скоро появится в печати в аналогичных справочниках по планктону, которые будут подготовлены в текущем году. Кроме того, в продолжение реализации КИО планируется создать и официально зарегистрировать в Госреестре отдельные ГИС с районами и их важнейшими морфометрическими характеристиками и сделать их общедоступными для обеспечения сопоставимости результатов исследований.

Кроме масштабных уровней осреднения для выявления особенностей пространственно-

временного распределения макрофауны и её интегральных свойств, в настоящей работе введены ещё 3 принципа группировки и отбора исходных данных для вычислений.

А). По глубинам, в соответствии с обловленным слоем, траления подразделяются на:

верхнеэпипелагические — горизонт хода верхней подборы до 25 м;

эпипелагические — горизонт хода верхней подборы до 200 м;

мезопелагические — горизонт хода верхней подборы не менее 200 м.

Б). По сезонам (в данном случае имеются в виду не календарные времена года, а биологические сезоны [Шунтов, 2001]) они подразделяются 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.

В). По годам, в связи с вышеупомянутой биоценотической перестройкой [Шунтов, 1986 а, 1993, 1994 б, 1995, 1998; Shuntov et al., 1993; Радченко, 1994; Радченко и др., 1997 а, 1997 б, 1998; Шунтов и др., 1997, 1998, 2007 а, 2007 б], выделяются 4 периода:

1977–1990 гг. — «сардино-минтаевая» эпоха изобилия рыб;

1991–1995 гг. — переходный период резкого снижения обилия;

1996–2005 гг. — эпоха пониженного уровня и нового роста рыбопродуктивности.

2006–2014 гг. — «лососёвый» период.

Перечисленные принципы группировки, отбора и осреднения данных частично или полностью реализованы в большинстве работ экосистемного направления исследований ВБР [Атлас..., 2003, 2004, 2005, 2006; Нектон..., 2003, 2004, 2005, 2006; Volvenko, 2003 а, 2003 б–д, 2004 а–д, 2005 а–д; Волченко, 2004 а, 2004 б, 2007 б; Шунтов и др., 2007 а, 2007 б; Шунтов, Темных, 2008 а и мн. др.].

Кроме этих пространственно-временных критерии выборок, при создании БЭ делалась отбор и по видовому составу гидробионтов. В связи с этим в БЭ и подготовленных по ним

<sup>11</sup> Морфометрические характеристики, по распространённому в морской картографии определению, — это «количественные характеристики рельефа суши и дна Мирового океана и его районов (морей, заливов и т.д.). Основные морфометрические показатели — числовые характеристики: линейные, площадные, объёмные, угловые и др.» [Термины..., 1980. С. 49].

<sup>12</sup> В 2003 г. в СЭТО выделялось только 10 районов и зал. Петра Великого не делился на подрайоны.

публикациях есть информация не только по отдельным видам и их размерно-возрастным группам, но и по всей макрофауне в целом, а также по входящим в её состав крупным экологическим и таксономическим группам — нектону, макропланктону, бентосу, нектобентосу, ихтиофауне, тейтофауне, медузам и т.д. (табл. 2). Для этого перед вычислениями, наряду с вышеописанными выборками самих траловых карточек, делался отбор содержащихся в них строк (рис. 3, 8, 9) в соответствии с предварительно сформированными видовыми списками [Волченко, 2015. Рис. 4].

### ЛИТЕРАТУРА

- Адрианов А.В., Тарасов В.Г.* 2007. Современные проблемы экологической безопасности морских акваторий Дальнего Востока РФ // Динамика морских экосистем и современные проблемы сохранения биологического потенциала морей России. Владивосток: Дальнаука. С. 177–194.
- Аксютина З.М.* 1968. Элементы математической оценки результатов наблюдений в биологических и рыбохозяйственных исследованиях. М.: Пиц. пром-сть. 288 с.
- Атлас количественного распределения нектона в Охотском море 2003 / Под ред. В.П. Шунтова и Л.Н. Бочарова.* М.: Национальные рыбные ресурсы. 1031 с.
- Атлас количественного распределения нектона в северо-западной части Японского моря 2004 / Под ред. В.П. Шунтова и Л.Н. Бочарова - М.: Национальные рыбные ресурсы.* 988 с.
- Атлас количественного распределения нектона в северо-западной части Тихого океана 2005 / Под ред. В.П. Шунтова и Л.Н. Бочарова. М.: Национальные рыбные ресурсы.* 1080 с.
- Атлас количественного распределения нектона в западной части Берингова моря 2006 / Под ред. В.П. Шунтова и Л.Н. Бочарова. М.: Национальные рыбные ресурсы.* 1072 с.
- Баланов А.А., Ильинский Е.Н.* 1992. Видовой состав и биомасса мезопелагических рыб Охотского и Берингова морей // Вопр. ихтиол. Т. 32. Вып. 1. С. 56–63.
- Баранов Ф.И.* 1933. Техника промышленного рыболовства. М.-Л.: Когиз. 470 с.
- Борец Л.А.* 2000. Аннотированный список рыб дальневосточных морей. Владивосток: Изд-во ТИНРО. 192 с.
- Бочаров Л.Н.* 2012. Комплексная программа рыболовственных исследований на Дальневосточном бассейне в 2012–2016 гг. Владивосток: ТИНРО-Центр. 149 с.
- Бочаров Л.Н., Озерин В.К.* 1995. Работы по созданию банка промыслово-биологических и океанологических данных ТИНРО // ТИНРО-70. Владивосток: ТИНРО-Центр. С. 10–19.
- Волченко И.В.* 1998. Проблемы количественной оценки обилия рыб по данным траловых съемок // Известия ТИНРО. Т. 124. С. 473–500.
- Волченко И.В.* 1999. Некоторые алгоритмы обработки данных по обилию и размерно-весовому составу уловов // Известия ТИНРО. Т. 126. С. 177–195.
- Волченко И.В.* 2001 а. Динамика интегральных характеристик биоценотических группировок северной части Охотского моря в конце XX века // Известия ТИНРО. Т. 128. С. 3–44.
- Волченко И.В.* 2001 б. Придонные ихтионы Охотского моря в конце XX века // Рыбное хозяйство. № 3. С. 37–39.
- Волченко И.В.* 2002. Новые данные о состоянии донных и придонных биоценотических группировок Охотского моря в конце XX века // Вопросы рыболовства. Т. 3. № 1 (9). С. 7–25.
- Волченко И.В.* 2003 а. Морфометрические характеристики стандартных биостатистических районов для биоценологических исследований рыболовной зоны России на Дальнем востоке // Известия ТИНРО. Т. 132. С. 27–42.
- Волченко И.В.* 2003 б. Новая ГИС для анализа сезонной и межгодовой пространственно-временной динамики нектона Охотского моря // Рациональное природопользование и управление морскими биоресурсами: экосистемный подход. Тез. докл. Междунар. конф. Владивосток: ТИНРО-Центр. С. 41–43.
- Волченко И.В.* 2004 а. Геоинформационная система для анализа сезонной и межгодовой пространственно-временной динамики нектона Охотского моря // Известия ТИНРО. Т. 137. С. 144–176.
- Волченко И.В.* 2004 б. Анализ степени альтернативности динамики обилия разных видов при отсутствии непрерывных рядов длительных наблюдений на примере нектона Охотского моря // Известия ТИНРО. Т. 139. С. 78–90.
- Волченко И.В.* 2005. Информационное обеспечение рыболовственных исследований дальневосточных морей России // Рыболовственные исследования Мирового океана. Материалы III Международной научной конференции. Владивосток: Дальрыбвтуз. Т. 3. С. 88–90.
- Волченко И.В.* 2007 а. Видовое разнообразие макрофауны пелагиали Северо-Западной Пацифики // Известия ТИНРО. Т. 149. С. 21–63.
- Волченко И.В.* 2007 б. Новая ГИС интегральных характеристик макрофауны пелагиали Северо-Западной Пацифики // Известия ТИНРО. Т. 149. С. 3–20.
- Волченко И.В.* 2008 а. Видовое разнообразие биомассы макрофауны пелагиали Северо-Западной Пацифики // Известия ТИНРО. Т. 153. С. 27–48.
- Волченко И.В.* 2008 б. Видовое богатство макрофауны пелагиали Северо-Западной Пацифики // Известия ТИНРО. Т. 153. С. 49–87.

- Волченко И.В. 2009 а. Биологическая структура океана и интегральные характеристики макрофауны пелагиали Северо-Западной Пацифики // X Съезд Гидробиологического общества при РАН. Тезисы докладов. Владивосток: Дальнаука. С. 76–78.
- Волченко И.В. 2009 б. Взаимная обусловленность интегральных характеристик макрофауны пелагиали Северо-Западной Пацифики // Известия ТИНРО. Т. 159. С. 3–34.
- Волченко И.В. 2009 в. Взаимосвязь основных интегральных характеристик макрофауны пелагиали Северо-Западной Пацифики // X Съезд Гидробиологического общества при РАН. Тезисы докладов. Владивосток: Дальнаука. С. 75–76.
- Волченко И.В. 2009 г. Выравненность видовой структуры макрофауны пелагиали Северо-Западной Пацифики. Часть 1. Равномерность распределения числа особей по видам // Известия ТИНРО. Т. 156. С. 156.
- Волченко И.В. 2009 д. Выравненность видовой структуры макрофауны пелагиали Северо-Западной Пацифики. Часть 2. Равномерность распределения биомассы по видам // Известия ТИНРО. Т. 156. С. 27–45.
- Волченко И.В. 2009 е. Интегральные характеристики макрофауны пелагиали Северо-Западной Пацифики. Автореф. дисс. ... докт. биол. наук. Владивосток: ТИНРО-Центр. 50 с.
- Волченко И.В. 2009 ж. Обилие макрофауны пелагиали Северо-Западной Пацифики. Часть 1. Численность // Известия ТИНРО. Т. 158. С. 3–39.
- Волченко И.В. 2009 з. Обилие макрофауны пелагиали Северо-Западной Пацифики. Часть 2. Биомасса // Известия ТИНРО. Т. 158. С. 40–74.
- Волченко И.В. 2009 и. Общие закономерности пространственно-временного распределения интегральных характеристик макрофауны пелагиали Северо-Западной Пацифики // Вестник ДВО РАН. № 3 (145). С. 23–31.
- Волченко И.В. 2009 к. Общие принципы пространственно-временной изменчивости интегральных характеристик макрофауны пелагиали Северо-Западной Пацифики // Известия ТИНРО. Т. 159. С. 43–69.
- Волченко И.В. 2009 л. Сравнительный статус дальневосточных морей и Северо-Западной Пацифики по совокупности интегральных характеристик макрофауны пелагиали // Известия ТИНРО. Т. 159. С. 35–42.
- Волченко И.В. 2009 м. Средняя индивидуальная масса особи (размеры животных) макрофауны пелагиали Северо-Западной Пацифики // Известия ТИНРО. Т. 158. С. 75–116.
- Волченко И.В. 2010. Биологическая структура океана и практика пелагического рыболовства на Дальнем Востоке // Современное состояние водных биоресурсов и экосистем морских и пресных вод: проблемы и пути решения. Мат-лы междунар. науч. конф., посвящённой 100-летию со дня рожд. Г.В. Никольского. 20–23 сентября 2010 года в г. Ростове-на-Дону. Ростов-на-Дону: АзНИИРХ. С. 94–97.
- Волченко И.В. 2011 а. Картографическая база данных (геоинформационная система) «Интегральные характеристики макрофауны пелагиали Северо-Западной Пацифики 1979–2005 гг.». Авторское свидетельство № 2011620737. Россия.
- Волченко И.В. 2011 б. Картографическая база данных (геоинформационная система) «Лососевые Северо-Западной Пацифики 1979–2005 гг.». Авторское свидетельство № 2011620738. Россия.
- Волченко И.В. 2011 в. Картографическая база данных (геоинформационная система) «Нектон западной части Берингова моря 1982–2004 гг.». Авторское свидетельство № 2011620339. Россия.
- Волченко И.В. 2011 г. Картографическая база данных (геоинформационная система) «Нектон Охотского моря 1980–2003 гг.». Авторское свидетельство № 2011620397. Россия.
- Волченко И.В. 2011 д. Картографическая база данных (геоинформационная система) «Нектон северо-западной части Тихого океана 1979–2004 гг.». Авторское свидетельство № 2011620340. Россия.
- Волченко И.В. 2011 е. Картографическая база данных (геоинформационная система) «Нектон северо-западной части Японского моря 1981–2003 гг.». Авторское свидетельство № 2011620338. Россия.
- Волченко И.В. 2012 а. Многомерное пространство интегральных характеристик биоценотических группировок: самоподобие или масштабная инвариантность его структуры // Известия ТИНРО. Т. 168. С. 26–41.
- Волченко И.В. 2012 б. Многомерное пространство интегральных характеристик: инвариантность его структуры для различных биоценотических группировок // Известия ТИНРО. Т. 168. С. 9–25.
- Волченко И.В. 2012 в. Об экстремальных принципах и целевых функциях биоценотических систем // Биофизика. Т. 57. Вып. 3. С. 476–490.
- Волченко И.В. 2014 а. Многомерное пространство интегральных характеристик биоценотических группировок: инвариантность его структуры относительно различных мер (и единиц измерения) этих характеристик // Известия ТИНРО. Т. 176. С. 37–50.
- Волченко И.В. 2014 б. Новая база данных донных траповых станций, выполненных в дальневосточных морях и северной части Тихого океана в 1977–2010 гг. // Известия ТИНРО. Т. 177. С. 3–24.
- Волченко И.В. 2014 в. Сравнение дальневосточных морей и северо-западной части Тихого океана по интегральным характеристикам макрофауны пелагиали и дна // Материалы X Международной научно-практической конференции «Новости передовой науки — 2014». София: Бял ГРАД-БГ. Т. 25. С. 51–54.
- Волченко И.В. 2014 г. Сравнение дальневосточных морей и северо-западной части Тихого океана по интегральным характеристикам траповой макрофауны

- пелагиали и дна // Известия ТИНРО. Т. 178. С. 58–67.
- Волвенко И.В.* 2015. Информационное обеспечение комплексных исследований водных биоресурсов Северо-Западной Пацифики. Часть 1. Концепция, предыстория, начало реализации // Труды ВНИРО. Т. 156. С. 38–66.
- Волвенко И.В., Кафанов А.И.* 2006. Видовое богатство и ихтиофаунистическое районирование пелагиали северо-западной части Японского моря // Вопр. ихтиол. Т. 46. № 1. С. 29–37.
- Волвенко И.В., Кулик В.В.* 2011. Обновленная и дополненная база данных пелагических траловых станций, выполненных в дальневосточных морях и северной части Тихого океана в 1979–2009 гг. // Известия ТИНРО. Т. 164. С. 3–26.
- Волвенко И.В., Кулик В.В., Шунтов В.П.* 2014 а. База данных «Траловая макрофауна пелагиали Северной Пацифики 1979–2009 гг.». Авторское свидетельство № 2014620536. Россия.
- Волвенко И.В., Кулик В.В., Шунтов В.П., Иванов О.А., Старовойтова А.Н., Шевцов Г.А., Чучкало В.И.* 2012. База данных «Траловая макрофауна пелагиали Северной Пацифики 1979–2005 гг.». Авторское свидетельство № 2012620963. Россия.
- Волвенко И.В., Кулик В.В., Шунтов В.П., Надточий В.А., Ильинский В.Н., Тупоногов В.Н., Савин А.Б., Герасимов Н.Н., Шевцов Г.А.* 2014 б. База данных «Траловая макрофауна бентали Северной Пацифики 1977–2010 гг.». Авторское свидетельство № 2014620535. Россия.
- Волвенко И.В., Титяева Е.А.* 1999 а. Динамика доминирования в нектоне и макропланктоне пелагиали северной части Охотского моря // Известия ТИНРО. Т. 126. С. 58–81.
- Волвенко И.В., Титяева Е.А.* 1999 б. Доминирование видов в бентали северной части Охотского моря // Известия ТИНРО. Т. 126. С. 670–687.
- Демерс М.Н.* 1999. Географические информационные системы. Основы. М.: Data+. 502 с.
- Заволокин А.В.* 2014. Пищевая обеспеченность тихоокеанских лососей в период морского и океанического нагула. Автореф. дисс. ... докт. биол. наук. Владивосток: ТИНРО-Центр. 48 с.
- Згуровский К.А.* 1987. Оценка плотности скоплений углохвостой креветки и уловистости донного трала // Биология моря. № 1. С. 48–51.
- Иванов О.А.* 2013. Нектон дальневосточных морей и сопредельных тихоокеанских вод России: динамика видовой и пространственной структуры, ресурсы. Автореф. дисс. ... докт. биол. наук. Владивосток: ТИНРО-Центр. 47 с.
- Иванов О.А., Суханов В.В.* 2002. Структура нектонных сообществ Прикурильских вод. Владивосток: ТИНРО-Центр. 154 с.
- Кадильников Ю.В.* 1987. Об оценке запасов промысловых объектов методом траловой съемки // Доступность морских промысловых объектов для орудий лова и технических средств наблюдений // Труды АтлантНИРО. С. 30–43.
- Каталог позвоночных Камчатки и сопредельных морских акваторий.* 2000. / Под ред. Р.С. Моисеева, А.М. Токранова. Петропавловск-Камчатский: Камчатский печатный двор. 166 с.
- Кафанов А.И.* 2005. Континуальность и дискретность Геомериды: биоморфический и биотический аспекты // Журнал общей биологии. Т. 66. № 1. С. 28–54.
- Кафанов А.И., Волвенко И.В., Лутаенко К.А., Питрук Д.Л.* 1995. Фауногенетическая биogeография Японского моря // Информационный бюллетень РФФИ. Т. 3. № 4. С. 50.
- Кафанов А.И., Кудряшов В.А.* 2000. Морская биogeография. М.: Наука. 176 с.
- Кулик В.В.* 2007. Многолетняя динамика относительного обилия нектона и макропланктона в верхних слоях пелагиали Охотского моря // Известия ТИНРО. Т. 150. С. 56–85.
- Кулик В.В.* 2008. Стохастические и детерминированные процессы в динамике доминирования видов в нектонных сообществах пелагиали дальневосточных морей с 1980-х гг. // Современное состояние водных биологических ресурсов: материалы научной конференции, посвящённой 70-летию С.М. Коновалова. Владивосток: ТИНРО-Центр. С. 143–147.
- Кулик В.В.* 2009. Динамика обилия рыб и беспозвоночных в пелагиали Охотского моря в связи с гелиофизическими и климато-океанологическими факторами. Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Владивосток: ТИНРО-Центр. 24 с.
- Лакин Г.Ф.* 1973. Биометрия. М.: Высшая школа. 343 с.
- Латухина К.* 2013. Природные ценности. Владимир Путин поручил ускорить принятие стратегии экологической безопасности // Российская газета (Федеральный выпуск). № 6238 (от 21 ноября) <http://www.rg.ru/printable/2013/11/20/putin-site.html>
- Макоедов А.Н., Дягилев С.Е.* 2002. Оптимизация деятельности научно-исследовательских институтов Госкомрыболовства: объективная неизбежность // Вопросы рыболовства. Т. 3. № 3 (11). С. 380–401.
- Макоедов А.Н., Кожемяко О.Н.* 2007. Основы рыболово-хозяйственной политики России. М.: Национальные рыбные ресурсы. 480 с.
- Макрофауна бентали залива Петра Великого (Японское море): таблицы встречаемости, численности и биомассы, 1978–2009 гг.* 2014 а / Под ред. В.П. Шунтова и Л.Н. Бочарова. Владивосток: ТИНРО-Центр. 307 с.
- Макрофауна бентали западной части Берингова моря: таблицы встречаемости, численности и биомассы, 1977–2010 гг.* 2014 б / Под ред. В.П. Шунтова и Л.Н. Бочарова. Владивосток: ТИНРО-Центр. 803 с.
- Макрофауна бентали Охотского моря: таблицы встречаемости, численности и биомассы, 1977–2010 гг.* 2014 в / Под ред. В.П. Шунтова и Л.Н. Бочарова. Владивосток: ТИНРО-Центр. 1052 с.

- Макрофауна бентали северо-западной части Тихого океана: таблицы встречаемости, численности и биомассы, 1977–2010 гг. 2014 г / Под ред. В.П. Шунтова и Л.Н. Бочарова. Владивосток: ТИНРО-Центр. 554 с.*
- Макрофауна бентали северо-западной части Японского моря: таблицы встречаемости, численности и биомассы, 1978–2010 гг. 2014 д / Под ред. В.П. Шунтова и Л.Н. Бочарова. Владивосток: ТИНРО-Центр. 748 с.*
- Макрофауна пелагиали западной части Берингова моря: таблицы встречаемости, численности и биомассы, 1982–2009 гг. 2012 а / Под ред. В.П. Шунтова и Л.Н. Бочарова. Владивосток: ТИНРО-Центр. 479 с.*
- Макрофауна пелагиали Охотского моря: таблицы встречаемости, численности и биомассы, 1984–2009 гг. 2012 б / Под ред. В.П. Шунтова и Л.Н. Бочарова. Владивосток: ТИНРО-Центр. 800 с.*
- Макрофауна пелагиали северо-западной части Тихого океана: таблицы встречаемости, численности и биомассы, 1979–2009 гг. 2012 в / Под ред. В.П. Шунтова и Л.Н. Бочарова. Владивосток: ТИНРО-Центр. 616 с.*
- Мельников И.В. 2002. Результаты оценки запаса сельди северной части Охотского моря по траловым съемкам 2000 г. // Известия ТИНРО. Т. 130. С. 1142–1158.*
- Мельников И.В., Кузнецова Н.А. 2002. Особенности формирования скопления охотской сельди в Приморском районе в сентябре 1998 и 1999 гг. // Известия ТИНРО. Т. 130. С. 1159–1170.*
- Науменко Е.А. 1986. Биология, состояние запасов и перспективы промысла мойвы Берингова моря. Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Владивосток: Изд-во ТИНРО. 23 с.*
- Нектон Охотского моря: таблицы численности, биомассы и соотношения видов. 2003 / Под ред. В.П. Шунтова и Л.Н. Бочарова. Владивосток: ТИНРО-Центр. 643 с.*
- Нектон северо-западной части Японского моря: таблицы численности, биомассы и соотношения видов. 2004 / Под ред. В.П. Шунтова и Л.Н. Бочарова. Владивосток: ТИНРО-Центр. 225 с.*
- Нектон северо-западной части Тихого океана: таблицы численности, биомассы и соотношения видов. 2005 / Под ред. В.П. Шунтова и Л.Н. Бочарова. Владивосток: ТИНРО-Центр. 544 с.*
- Нектон западной части Берингова моря: таблицы численности, биомассы и соотношения видов. 2006 / Под ред. В.П. Шунтова и Л.Н. Бочарова. Владивосток: ТИНРО-Центр. 416 с.*
- Несис К.Н. 1985. Океанические головоногие моллюски. М.: Наука. 286 с.*
- Несис К.Н. 1994. Тепловодные кальмары и пелагические осьминоги в дальневосточных морях // Океанология. Т. 34. № 3. С. 410–416.*
- Попков Г.В. 1986. Исследование структуры скоплений светящихся анчоусов с помощью подводной фотографии // Подводные рыбохозяйственные исследования. Мурманск: ПИНРО. С. 54–59.*
- Радченко В.И. 1994. Состав, структура и динамика нектонных сообществ эпипелагиали Берингова моря. Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Владивосток. 24 с.*
- Радченко В.И., Мельников И.В., Волков А.Ф., Семченко А.Ю., Глебов И.И., Михеев А.А. 1997 а. Условия среды, состав планктона и нектона эпипелагиали южной части Охотского моря и сопредельных океанских вод летом // Биология моря. Т. 23. № 1. С. 15–25.*
- Радченко В.И., Мельников И.В., Волков А.Ф., Семченко А.Ю., Глебов И.И., Михеев А.А., Черкашин С.А., Старовойтов А.Н. 1997 б. Состав планктонных и нектонных сообществ в эпипелагиали северной части Охотского моря осенью 1994 г. // Биология моря. Т. 23. № 3. С. 143–150.*
- Радченко В.И., Чучукало В.И., Волвенко И.В., Слабинский А.М., Самко Е.В., Старовойтов А.Н. 1998. Планктон и некton верхней эпипелагиали западнокамчатского района Охотского моря в свете гипотезы о переходном состоянии сообществ // Успехи современной биологии. Т. 118. Вып. 5. С. 551–563.*
- Суханов В.В. 2005. Научная графика на компьютере. Владивосток: Дальнаука. 355 с.*
- Суханов В.В., Иванов О.А. 2009 а. Об одном из подходов к биogeографическому районированию // Биология моря. Т. 35. № 1. С. 62–69.*
- Суханов В.В., Иванов О.А. 2009 б. Сообщества нектона в северо-западной части Японского моря. Владивосток: ТИНРО-Центр. 282 с.*
- Суханов В.В., Шунтов В.П., Лапко В.В. 1996. Метод компьютерного выделения биоценотических комплексов на примере районирования акватории Охотского моря // Мат-лы 7-го съезда гидробиол. общ-ва РАН. Казань: Полиграф. Т. 1. С. 160–162.*
- Тарасова Г.П. 1986. О дифференцированной уловистости трала по отношению к северной креветке // Подводные рыбохозяйственные исследования. Мурманск: ПИНРО. С. 67–70.*
- Термины. Понятия. Справочные таблицы. (Приложение к Атласу океанов). 1980. М.: Министерство обороны СССР, ВМФ. 156 с.*
- Федоров В.В., Парин Н.В. 1998. Пелагические и бентопелагические рыбы тихоокеанских вод России (в пределах 200-мильной экономической зоны). М.: Изд-во ВНИРО. 154 с.*
- Шунтов В.П. 1986 а. Состояние изученности многолетних циклических изменений численности рыб дальневосточных морей // Биология моря. № 3. С. 3–15.*
- Шунтов В.П. 1986 б. Численность и закономерности распределения морских птиц осенью в Охотском море // Зоологический журнал. Т. 65. Вып. 9. С. 1362–1371.*
- Шунтов В.П. 1988 а. Численность и распределение морских птиц в восточной части дальневосточной экономики // Биология моря. Т. 24. № 1. С. 1–10.*

- мической зоны СССР в осенний период. Часть 1. Морские птицы западной части Берингова моря // Зоологический журнал. Т. 67. Вып. 10. С. 1538–1548.
- Шунтов В.П.* 1988 б. Численность и распределение морских птиц в восточной части дальневосточной экономической зоны СССР в осенний период. Часть 2. Птицы тихоокеанских вод Камчатки и Курильских островов // Зоологический журнал. Т. 67. Вып. 11. С. 1680–1688.
- Шунтов В.П.* 1993. Еще раз о проблеме глобального потепления и его влияния на биоту дальневосточных морей // Рыбное хозяйство. № 6. С. 39–41.
- Шунтов В.П.* 1994 а. Новые данные о морском периоде жизни азиатской горбуши // Известия ТИНРО. Т. 116. С. 3–41.
- Шунтов В.П.* 1994 б. Новые данные о перестройках в пелагических экосистемах дальневосточных морей // Вестник ДВО РАН. № 2. С. 59–66.
- Шунтов В.П.* 1995. Межгодовая динамика в составе и структуре пелагических сообществ Охотского моря // Вестник ДВО РАН. № 6. С. 80–89.
- Шунтов В.П.* 1998. Перестройки в пелагических экосистемах Охотского моря — реальный факт // Рыбное хозяйство. № 1. С. 25–27.
- Шунтов В.П.* 2001. Биология дальневосточных морей России. Т. 1. Владивосток: ТИНРО-Центр. 580 с.
- Шунтов В.П.* 2005. Опыт создания новой базы данных биологических ресурсов дальневосточных морей // Вопросы рыболовства. Т. 6. № 2 (22). С. 172–190.
- Шунтов В.П.* 2010. 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. С. 186–195.
- Шунтов В.П.* 2012. Опыт тотальной количественной оценки ихтио-теутоценозов дальневосточных российских вод // Бюл. № 7 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. Владивосток: ТИНРО-Центр. С. 84–90.
- Шунтов В.П.* 2015 (в печати). Биология дальневосточных морей России. Т. 2. Владивосток: ТИНРО-Центр.
- Шунтов В.П., Бочаров Л.Н., Волвенко И.В., Иванов О.А., Суханов В.В., Колпаков Н.В., Долганова Н.Т., Дулепова Е.П., Горбатенко К.М.* 2010 а. Экосистемное изучение биологических ресурсов дальневосточных морских вод России: некоторые результаты исследований в конце 20 — начале 21-го столетия // ТИНРО-85. Итоги десятилетней деятельности, 2000–2010 гг. Владивосток: ТИНРО-Центр. С. 25–78.
- Шунтов В.П., Бочаров Л.Н., Дулепова Е.П., Волков А.Ф., Темных О.С., Волвенко И.В., Мельников И.В., Надточий В.А.* 2003. Результаты мониторинга и экосистемного изучения биологических ресурсов дальневосточных морей (1998–2002 гг.) // Известия ТИНРО. Т. 132. С. 3–26.
- Шунтов В.П., Волвенко И.В.* 2005. Атласы количественного распределения нектона в дальневосточных морях // Дальневосточный регион — рыбное хозяйство. № 3. С. 19–42.
- Шунтов В.П., Волвенко И.В.* 2015. Генерализованные оценки состава, количественного распределения и биомассы макрофауны бентали на шельфе и свале глубин северо-западной Пацифики // Известия ТИНРО. Т. 182. С. 3–22.
- Шунтов В.П., Волвенко И.В., Волков А.Ф., Горбатенко К.М., Шершенков С.Ю., Старовойтов А.Н.* 1998. Новые данные о состоянии пелагических экосистем Охотского и Японского морей // Известия ТИНРО. Т. 124. С. 139–177.
- Шунтов В.П., Волвенко И.В., Темных О.С.* 2006. Некоторые общие закономерности расселения и распределения посткатафромной молоди азиатских тихоокеанских лососей в открытых водах в первый летне-осенний морской сезон // Бюл. № 1 реализации концепции дальневосточной бассейновой программы изучения тихоокеанских лососей. Владивосток: ТИНРО-Центр. С. 42–55.
- Шунтов В.П., Волвенко И.В., Темных О.С., Волков А.Ф., Заволокин А.В., Найденко С.В., Долганова Н.Т.* 2010 б. К обоснованию экологической емкости дальневосточных морей и субарктической Пацифики для пастбищного выращивания лососей. Сообщение 1. Нагульные акватории тихоокеанских лососей // Известия ТИНРО. Т. 160. С. 149–184.
- Шунтов В.П., Волков А.Ф., Ефимкин А.Я.* 1988 а. Состав и современное состояние сообществ рыб пелагали западной части Берингова моря // Биология моря. № 2. С. 56–65.
- Шунтов В.П., Волков А.Ф., Ефимкин А.Я.* 1988 б. Состав и современное состояние сообществ рыб пелагали тихоокеанских вод Камчатки и Курильских островов // Биология моря. № 4. С. 54–62.
- Шунтов В.П., Волков А.Ф., Матвеев В.И., Чеблукова Л.В., Гудэй А.В.* 1986. Особенности формирования продуктивных зон в Охотском море в осенний период // Биология моря. № 4. С. 57–65.
- Шунтов В.П., Волков А.Ф., Темных О.С., Дулепова Е.П.* 1993. Минтай в экосистемах дальневосточных морей. Владивосток: ТИНРО. 426 с.
- Шунтов В.П., Волков А.Ф., Долганова Н.Т., Заволокин А.В., Темных О.С., Найденко С.В., Волвенко И.В.* 2010 в. К обоснованию экологической емкости дальневосточных морей и субарктической Пацифики для пастбищного выращивания лососей. Сообщение 2. Состав, запасы и динамика зоопланктона и мелкого нектона — кормовой базы тихоокеанских лососей // Известия ТИНРО. Т. 160. С. 185–208.
- Шунтов В.П., Дулепова Е.П., Волвенко И.В., Темных О.С., Иванов О.А., Глебов И.И.* 2007 а. Современный статус, структура и рыбопродуктивность пелагических и донных сообществ макроэкосистем

- дальневосточных морей // Исследования морских экосистем и биоресурсов. Владивосток: ТОИ ДВО РАН. С. 502–518.
- Шунтов В.П., Дулепова Е.П., Темных О.С., Волков А.Ф., Найденко С.В., Чучукало В.И., Волченко И.В.* 2007 б. 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. С. 75–176.
- Шунтов В.П., Иванов О.А.* 2015. Морские млекопитающие в макроэкосистемах дальневосточных морей и сопредельных вод Северной Пацифики // Известия ТИНРО. Т. 181. С. 57–76.
- Шунтов В.П., Лапко В.В., Баланов А.А., Старцев А.В.* 1995. Межгодовые изменения в анадромных миграциях лососей в водах сахалино-курильского региона // Биология моря. Т. 21. № 2. С. 116–124.
- Шунтов В.П., Найденко С.В., Заволокин А.В., Волков А.Ф., Долганова Н.Т., Темных О.С., Волченко И.В.* 2010 г. К обоснованию экологической емкости дальневосточных морей и субарктической Пацифики для пастбищного выращивания тихоокеанских лососей. Сообщение 3. Суточная ритмика питания, состав рационов и избирательность питания тихоокеанских лососей // Известия ТИНРО. Т. 161. С. 3–24.
- Шунтов В.П., Радченко В.И., Дулепова Е.П., Темных О.С.* 1997. Биологические ресурсы дальневосточной российской экономической зоны: Структура пелагических и донных сообществ, современный статус, тенденции многолетней динамики // Известия ТИНРО. Т. 122. С. 3–15.
- Шунтов В.П., Темных О.С.* 1996. Пространственная дифференциация азиатской горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* во время анадромных миграций в 1995 г. Часть 1. Численность, распределение в море и миграции // Вопросы ихтиологии. Т. 36. № 6. С. 808–816.
- Шунтов В.П., Темных О.С.* 2008 а. Тихоокеанские лососи в морских и океанических экосистемах. Владивосток: ТИНРО-Центр. Т. 1. 481 с.
- Шунтов В.П., Темных О.С.* 2008 б. Многолетняя динамика биоты макроэкосистем Берингова моря и факторы, ее обуславливающие. Сообщение 1. Ретроспективный анализ и обзор представлений о закономерностях в динамике популяций и сообществ Берингова моря // Известия ТИНРО. Т. 155. С. 3–32.
- Шунтов В.П., Темных О.С.* 2008 в. Многолетняя динамика биоты макроэкосистем Берингова моря и факторы, ее обуславливающие. Сообщение 2. Современный статус пелагических и донных сообществ Берингова моря // Известия ТИНРО. Т. 155. С. 33–65.
- Шунтов В.П., Темных О.С.* 2011 а. Тихоокеанские лососи в морских и океанических экосистемах. Т. 2. Владивосток: ТИНРО-Центр. 473 с.
- Шунтов В.П., Темных О.С.* 2011 б. 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. С. 49–64.
- Шунтов В.П., Темных О.С., Найденко С.В., Заволокин А.В., Долганова Н.Т., Волков А.Ф., Волченко И.В.* 2010 д. К обоснованию экологической емкости дальневосточных морей и субарктической Пацифики для пастбищного выращивания тихоокеанских лососей. Сообщение 4. Влияние фактора плотности на обеспеченность тихоокеанских лососей пищей и их роль в потреблении кормовой базы нектонов // Известия ТИНРО. Т. 161. С. 25–52.
- Catalog of fishes.* 1998 / Ed. W.N. Eschmeyer. San Francisco. V. 1–3. 2905 p.
- Dulepova E.P., Volvenko I.V.* 2002. Nekton, zooplankton, zoobenthos and trophic levels' bioproductivity databases for the North Pacific // PICES XI Abstracts. China, Qingdao, October 20–24, 2002. P. 176.
- Kafanov A.I., Volvenko I.V.* 2001. Ichthyofaunistic biogeography of the Japan (East) Sea: the comparison of various rank taxa for zoning // Journal of Biogeography. V. 28. № 10. P. 1255–1269.
- Kafanov A.I., Volvenko I.V., Fedorov V.V., Pitruk, D.L.* 2000. Ichthyofaunistic biogeography of the Sea of Japan (East Sea) // Journal of Biogeography. V. 27. № 4. P. 915–934.
- Kafanov A.I., Volvenko I.V., Pitruk, D.L.* 2001. Ichthyofaunistic biogeography of the East sea: Comparison between benthal and pelagic zonalities // Ocean and Polar Research. V. 23. № 1. P. 35–49.
- Mecklenburg C.W., Mecklenburg T.A., Thorsteinson L.K.* 2002. Fishes of Alaska. Bethesda, Maryland: American Fisheries Society. 1116 p.
- Pielou E.C.* 1966. The measurement of diversity in different types of biological collections // J. Theor. Biol. V. 13. P. 131–144.
- Shannon C.E.* 1948. A mathematical theory of communication // Bell Syst. Techn. J. - V. 27. P. 379–423, 623–656.
- Shuntov V.P., Dulepova E.P., Radchenko V. I., Temnykh O.S.* 1993. On the beginning of large reformations in communities of plankton and nekton of the Far-Eastern Seas // North. Pac. Mar. Sci. Organ (PICES), Second Annual Meet.: Abstracts. Seattle. P. 35.
- Shuntov V.P., Volvenko I.V., Starovoitov A.N., Gorbatenko K.M.* 1997. Russian research on Pacific salmon in 1997. NPAFC Doc. 293. 14 p.
- Systematics and biogeography of cephalopods.* 1998 / Eds. N.A. Voss, M. Vecchione, R.B. Toll, M.J. Sweeney. Smithsonian. Contr. Zool. V. 1, 2, № 513. P. 1–599.
- Temnykh O.S., Volvenko I.V., Osipov E.V.* 2002. Methods and technique of the trawl sampling used during the research cruise of R/V TINRO salmon survey in the Bering Sea in 2002. NPAFC Doc. 645. 5 p.

- Volvenko I.V.* 2000. Problems in estimation of fish abundance by trawl sampling. NPAFC Doc. 506. 29 p.
- Volvenko I.V.* 2003 a. Data base and GIS technologies in studying nekton of the Northwest Pacific: the first results and perspectives. NPAFC Doc. 730. 17 p.
- Volvenko I.V.* 2003 b. GIS and atlas of salmons spatial-temporal distribution in the Okhotsk Sea. NPAFC Doc. 729. 32 p.
- Volvenko I.V.* 2003 c. Knowledge base and catalogue of salmons abundance in the Okhotsk Sea. NPAFC Doc. 731. 67 p.
- Volvenko I.V.* 2003 d. New GIS for spatial-temporal dynamics analysis of Okhotsk Sea nekton // Abstracts of PICES 12th Annual Meeting. Seoul. P. 111–112
- Volvenko I.V.* 2004 a. GIS and atlas of salmons spatial-temporal distribution in the northwestern part of Japan (East) Sea. NPAFC Doc. 812. 22 p.
- Volvenko I.V.* 2004 b. Knowledge base and catalogue of salmons abundance of the northwestern part of Japan (East) Sea. NPAFC Doc. 813. 25 p.
- Volvenko I.V.* 2004 c. New research outcomes on spatial-temporal distribution of salmon over the northwestern part of Japan (East) Sea. NPAFC Doc. 814. 10 p.
- Volvenko I.V.* 2004 d. The analysis of a degree of alternateness in an abundance dynamics of different species at absence of continuous long time series data // Quantitative ecosystem indicators for fisheries management: International symposium 31 March – 3 April 2004. Paris, France. P. 109.
- Volvenko I.V.* 2005 a. Knowledge base and catalogue of salmons abundance of the northwestern part of the Pacific Ocean. NPAFC Doc. 877. 56 p.
- Volvenko I.V.* 2005 b. Knowledge base and catalogue of salmons abundance of the western part of the Bering Sea. NPAFC Doc. 878. 51 p.
- Volvenko I.V.* 2005 c. GIS and atlas of salmons spatial-temporal distribution in the northwestern part of the Pacific Ocean. NPAFC Doc. 879. 30 p.
- Volvenko I.V.* 2005 d. GIS and atlas of salmons spatial-temporal distribution in the western part of the Bering Sea. NPAFC Doc. 880. 23 p.
- Volvenko I.V.* 2009. The comparative statuses of Far Eastern Seas and the Northwestern Pacific based on the range of integral characteristics of pelagic macrofauna // Russian Journal of Marine Biology. V. 35. № 7. P. 515–520.
- Volvenko I.V.* 2011. Biological structure of the ocean and general patterns in the spatial-temporary distribution of the integrative characteristics of pelagic macrofauna of the North-West Pacific // Mechanisms of Marine Ecosystem Reorganization in the North Pacific Ocean. PICES annual meeting abstracts (October 14–23, 2011. Khabarovsk, Russia). PICES. P. 10.
- Volvenko I.V.* 2012 a. Extremal principles and goal functions of biocenotic systems // Biophysics. V. 57. № 3. P. 350–362.
- Volvenko I.V.* 2012 b. General patterns of spatial-temporary distribution of the integral characteristics of pelagic macrofauna of the North-Western Pacific and biological structure of ocean // Journal of Earth Science and Engineering. V. 2. № 1. P. 1–14.
- Volvenko I.V.* 2012 c. The multidimensional space of integral characteristics: invariance of its structure to various biocenotic assemblages // Russian Journal of Marine Biology. V. 38. № 7. P. 495–508.
- Volvenko I.V.* 2012 d. The multidimensional space of the integral characteristics of biocenotic assemblages: the self-similarity or scale invariance of its structure // Russian Journal of Marine Biology. V. 38. № 7. P. 509–519.
- Volvenko I.V.* 2014 a. General patterns of spatial distribution of the integral characteristics of benthic macrofauna of the Northwestern Pacific and biological structure of ocean // Open Journal of Ecology. V. 4. № 4. P. 196–213.
- Volvenko I.V.* 2014 b. The multidimensional space of the integral characteristics of biocenotic assemblages: invariance of its structure relative to various measures (and units) of these characteristics // Russian Journal of Marine Biology. V. 40. № 7. P. 548–558.
- Volvenko I.V.* 2014 c. 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. V. 2. № 6. P. 302–312.
- Volvenko I.V.* 2015. The comparative statuses of the Far Eastern seas and the Northwestern Pacific Ocean based on the range of integral characteristics of pelagic and bottom trawl macrofauna // Journal of Asia-Pacific Biodiversity. V. 8. P. 31–37.
- Volvenko I.V., Kafanov A.I.* 2006. Species abundance and ichthyofaunistic zoning of pelagic of the northwestern part of the Sea of Japan // Journal of Ichthyology. V. 46. № 1. P. 25–33.
- Volvenko I.V., Kulik V.V.* 2011. Updated and extended database of the pelagic trawl surveys in the Far Eastern seas and North Pacific Ocean in 1979–2009 // Russian Journal of Marine Biology. V. 37. № 7. P. 513–532.

Поступила в редакцию 20.04.2015 г.

Принята после рецензии 17.07.2015 г.

**Dataware support of comprehensive studies  
of Northwestern Pacific aquatic biological resources  
Part 2  
Databases, knowledge bases, automated workplaces**

*I.V. Volvenko*

TINRO-Center (Vladivostok)

Here, in the second part of the paper, which beginning was published in the previous 156th volume of «Trudy VNIRO», described twenty years' experience of creation and operation of a new type big databases (DB) prepared during implementation of the Concept of dataware support of bioresource and ecosystem researches of Northwest Pacific region for studying the pelagic (which is dwelling mainly from a surface to 1000 m) and the bottom (to the depths about 2000 m) trawl macrofauna. DB advantages and unavoidable shortcomings related to the specifics of planning and financing of marine expeditions, are shown. The materials, collected since the end of the 1970th in comprehensive ecosystem expeditions on the water area of permanent long-term monitoring — in an exclusive economic zone of Russia and adjacent waters, have special value. The area of a pelagic which is regularly surveyed here makes nearly 6, and a bottom — a little more than 2 million sq. km, the number of the executed trawling stations exceeds 40 thousand. Thus information (the number and biomass in the catches, size composition, and data of biological analyses) about 825 species of the pelagic and 1306 of benthal inhabitants is collected. Examples of major generalizations of fundamental scientific and substantial practical importance which could be done only with the use of the described unique DB are given in the paper. The importance of continuation of works on addition of these DB with new information is emphasized. Such activity is a real contribution to information providing of ecosystem researches for rational environmental management to ecological, food, economic and other safety, sustainable development of Russia and the Asia-Pacific region as a whole. Further considered two directions in which are conducted the works on creation of fishery knowledge bases on the basis of these DB (1 — the description of features of spatial-temporal distribution of animals using GIS; 2 — an assessment of species composition, occurrence, population density and a gross stock of bioresources by means of electronic reference systems), and also software complexes used for this purposes, and some accepted in the TINRO-Center standards of information summarize: basic methodologies and formulas of calculations, applied coefficients, principles and schemes of water area zoning, levels of averaging data and ways of its pooling, including distinguished biological seasons and long-term periods. The end of the present article is published in the same 157th volume of «Trudy VNIRO».

**Key words:** dataware, aquatic bioresources, ecosystem approach, Northwestern Pacific, databases, knowledge bases, automated workplaces, GIS, atlases, reference books.