



**Тихоокеанский научно-исследовательский
рыбохозяйственный центр (ТИНРО-Центр)**

Владивосток, 2013



ИЛЛЮЗИИ И РЕАЛИИ ЭКОСИСТЕМНОГО ПОДХОДА К ИЗУЧЕНИЮ И УПРАВЛЕНИЮ МОРСКИМИ И ОКЕАНИЧЕСКИМИ БИОЛОГИЧЕСКИМИ РЕСУРСАМИ

**Шунтов В.П.,
Темных О.С.**

Первая научная школа молодых ученых и специалистов по рыбному хозяйству и экологии, посвященная 100-летию со дня рождения П.А.Моисеева

К истории развития и становления проблемы изучения и управления морскими биологическими ресурсами:

- **Конец 19-начало 20 века –**

запреты, ограничения использования растительных ресурсов и ресурсов рыболовства, соблюдение правил охоты и рыболовства

К истории развития и становления проблемы изучения и управления морскими биологическими ресурсами:

- Середина 20 века – теория оптимального улова (рыболовства)
- MSY (максимально равновесный улов)
 - ОДУ (общедопустимый улов)
 - сокращение списка «одируемых» видов
 - концепция предосторожного подхода



Аутэкологический подход в управлении биологическими ресурсами



Экосистемный подход представляет собой стратегию комплексного управления земельными, водными и живыми ресурсами, которая обеспечивает их сохранение и устойчивое использование на справедливой основе.

Применение экосистемного подхода поможет в обеспечении сбалансированного решения всех трех задач Конвенции: сохранения биоразнообразия, устойчивого его использования и справедливого и равного распределения выгод от использования генетических ресурсов.

Основу экосистемного подхода составляет применение соответствующих научных методологий, охватывающих все уровни биологической организации, функции и взаимосвязи между организмами и окружающей средой. Этот подход признает, что люди со всем их культурным разнообразием являются неотъемлемой частью экосистем.

5th Conference of Convention on biodiversity, 2000, Decision V/6
<http://www.biodiv.org/decisions/default.asp?lg=0&m=cop-05&d=06>

Экосистемный подход в управлении рыболовством:

ФАО:

- Кодексе поведения при ответственном рыболовстве (1995 г.)
- «Управление рыболовством: экосистемный подход к рыболовству». (2001 г.)

Основные элементы экосистемного подхода к управлению морскими биологическими ресурсами (Shao, 2000, переработана и дополнена Радченко, 2012)



Смысл применения экосистемного подхода состоит в регулировании взаимодействия между экологическими, экономическими и социальными целями и интересами для того, чтобы поддерживать целостность структуры и функций экосистем и обеспечивать устойчивое использование морских живых ресурсов.

• Развитие экосистемного подхода к изучению биологических ресурсов дальневосточных морей России

Основные направления экосистемных исследований дальневосточных морей (ТИНРО-центр)

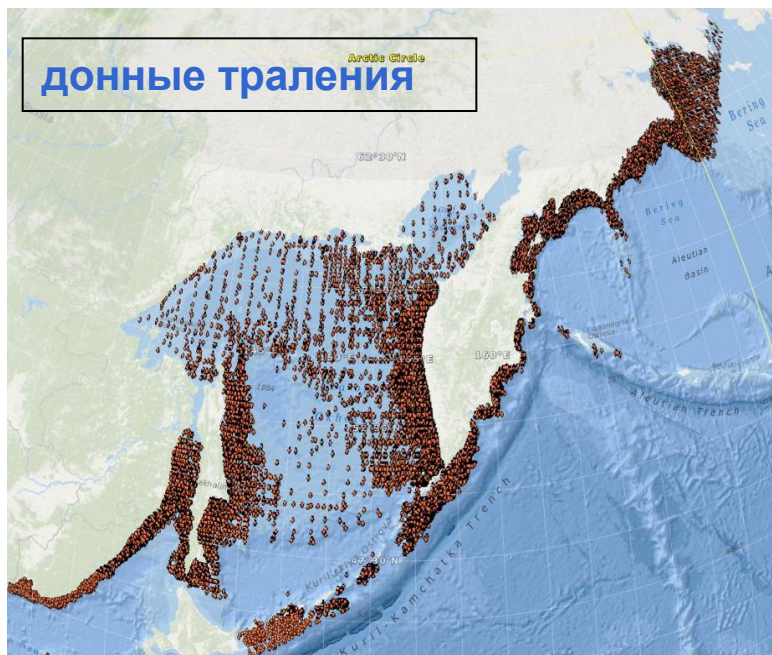
- Мониторинг состояния и динамики пелагических и донных сообществ макроэкосистем дальневосточных морей и сопредельных вод северо-западной части Тихого океана, предусматривающий крупные ежегодные экспедиции с охватом комплексными съемками всей акватории российской экономической зоны на Дальнем Востоке;
- Изучение закономерностей и прогнозирование многолетней динамики численности массовых гидробионтов, биоразнообразия, состава и структуры пелагических и донных сообществ, био- и рыбопродуктивности морей, районов, экосистем и зон;
- Изучение трофических связей в биоценозах и макроэкосистемах (обеспеченность пищей, конкуренция, хищничество, функционирование сообществ, экологическая емкость экосистем, лимитирующие численность и продуктивность факторы);
- Разработка предложений по рациональному природопользованию и управлению биоресурсами в дальневосточных морях



Всего в ходе экосистемных исследований биоресурсов дальневосточных морей и прилежащих вод Тихого океана в 1984-2010 гг. выполнено:

185 научно-исследовательских рейсов,
21 799 планктонных станций,
27 862 пелагических тралений,
35 105 донных тралений,

Общее кол-во публикаций – более 2000



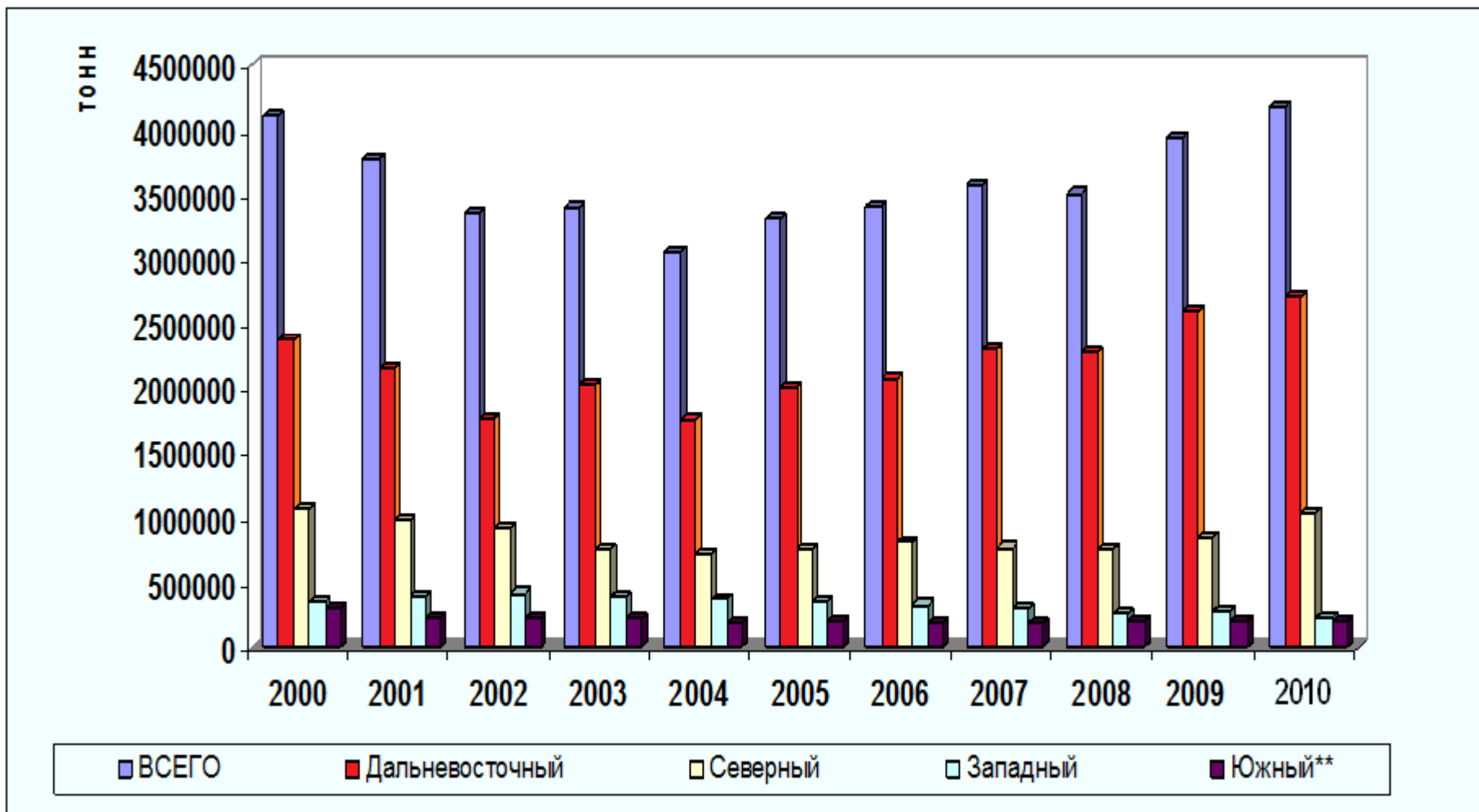
Основные результаты экосистемных исследований биоресурсов дальневосточной экономической зоны России

- Организация и проведение регулярного крупномасштабного мониторинга состояния биоты (нектон, нектобентос, мезо- и макропланктон, бентос, морские птицы и китообразные) макроэкосистем дальневосточных морей и северо-западной части Тихого океана;
- Изменены представления о составе и структуре пелагических и донных сообществ макроэкосистем дальневосточных морей, их био- и рыбопродуктивности :

вывод о значительно более высоком ресурсном потенциале дальневосточных российских вод, отсутствия кризисных явлений в функциональном состоянии биоты морских макроэкосистем.

Вывод о высоких ресурсных возможностях дальневосточных морей позволил утверждать, что именно российская экономическая зона должна стать основной ареной для развития рыбной отрасли страны. Эта информация позволила обосновать возможность наращивания масштабов рыболовства на Дальнем Востоке.

Общий вылов отечественного рыболовства по морским рыбохозяйственным бассейнам, 2000-2010 гг. (без морских млекопитающих)



** - суммарно Азово-Черноморский и Волго-Каспийский бассейны

Итоговые заключения

Международной конференции «Рациональное природопользование и управление морскими биологическими ресурсами» (2003 г., ТИНРО, Владивосток, Россия)

Symposium “ On the future of fisheries science in North America” (2007, Seattle, USA)

- Недостаточность одновидовых подходов в практике регулирования рыболовства
- Современное регулирование рыболовства в основном не соответствует понятиям и принципам управления биоресурсами
- Для управления биоресурсами на экосистемной основе необходимы базовые представления о функционировании природных сообществ в связи с динамикой среды и различными антропогенными воздействиями



Задачи экосистемного управления биоресурсами следует решать по этапам, внедряя в практику отдельные элементы экосистемного подхода, по мере прогресса в представлениях о сути природных процессов и технических возможностей, т.е. касаясь некоторых лучше изученных вопросов и компонентов биоценозов, при этом с учетом региональных особенностей и в первую очередь в лучше изученных районах.

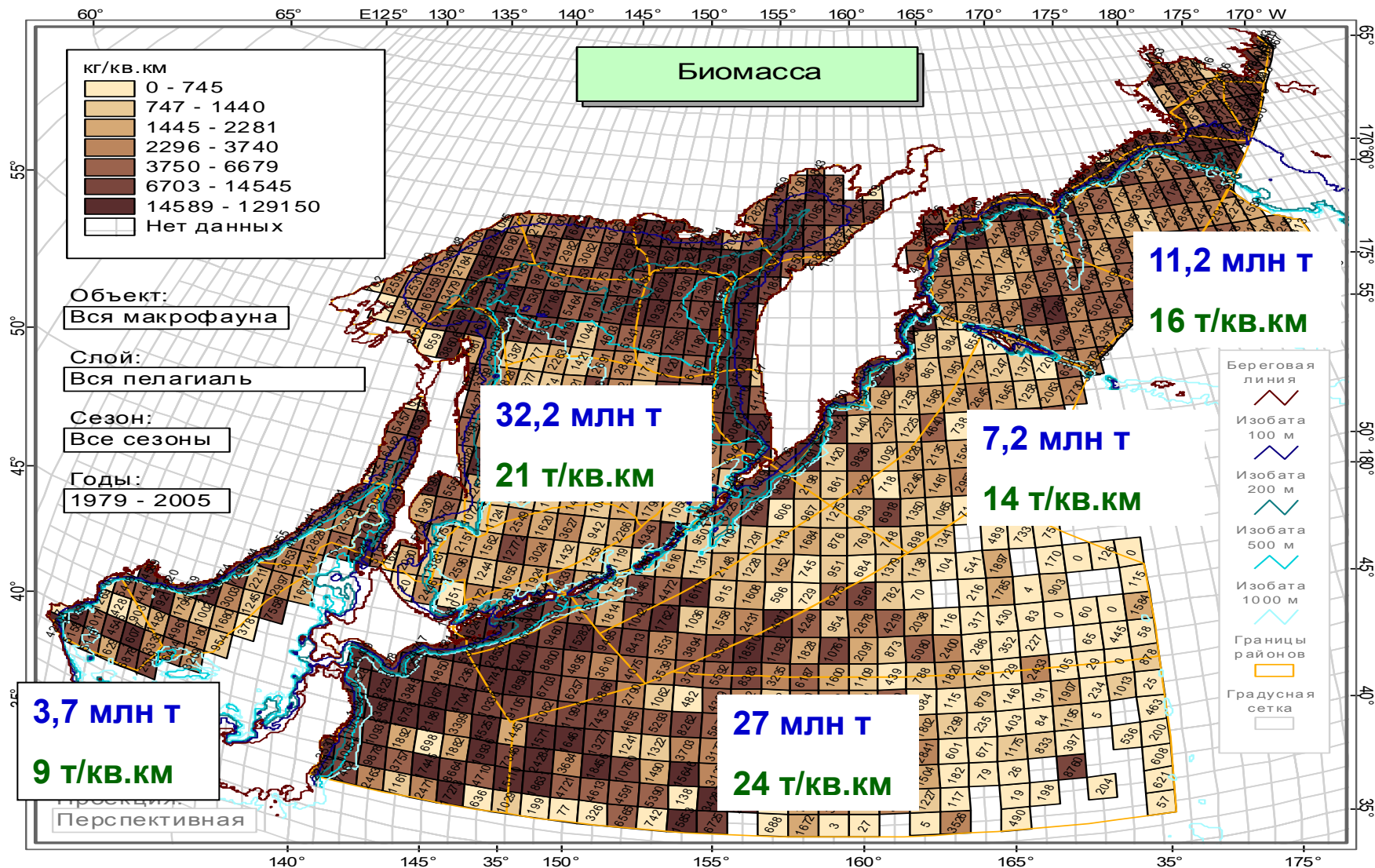
**Некоторые результаты биоценологических
(экосистемных)
исследований биологических ресурсов
дальневосточных морей**

1. Количественные оценки биоты макроэкосистем дальневосточных российских вод – как основа определения конкретных масштабов биоресурсов в целом, реальной сырьевой базы рыболовства

Количественные оценки компонентов средних и высших трофических уровней в дальневосточной экономической зоне России (Шунтов, 2010)

Группы гидробионтов	Количественные оценки
Зоопланктон (мезо- и макро-)	1000 млн т
Зообентос	500 млн т
Фитобентос	25 млн т
Нектон (пелагические рыбы и кальмары)	80 млн т
Донные рыбы	5 млн т
Морские птицы	50 млн экз.
Тюлени	Несколько млн экз.
Дельфины	Первые сотни тыс. экз.
Киты	Вторые десятки тыс. экз.

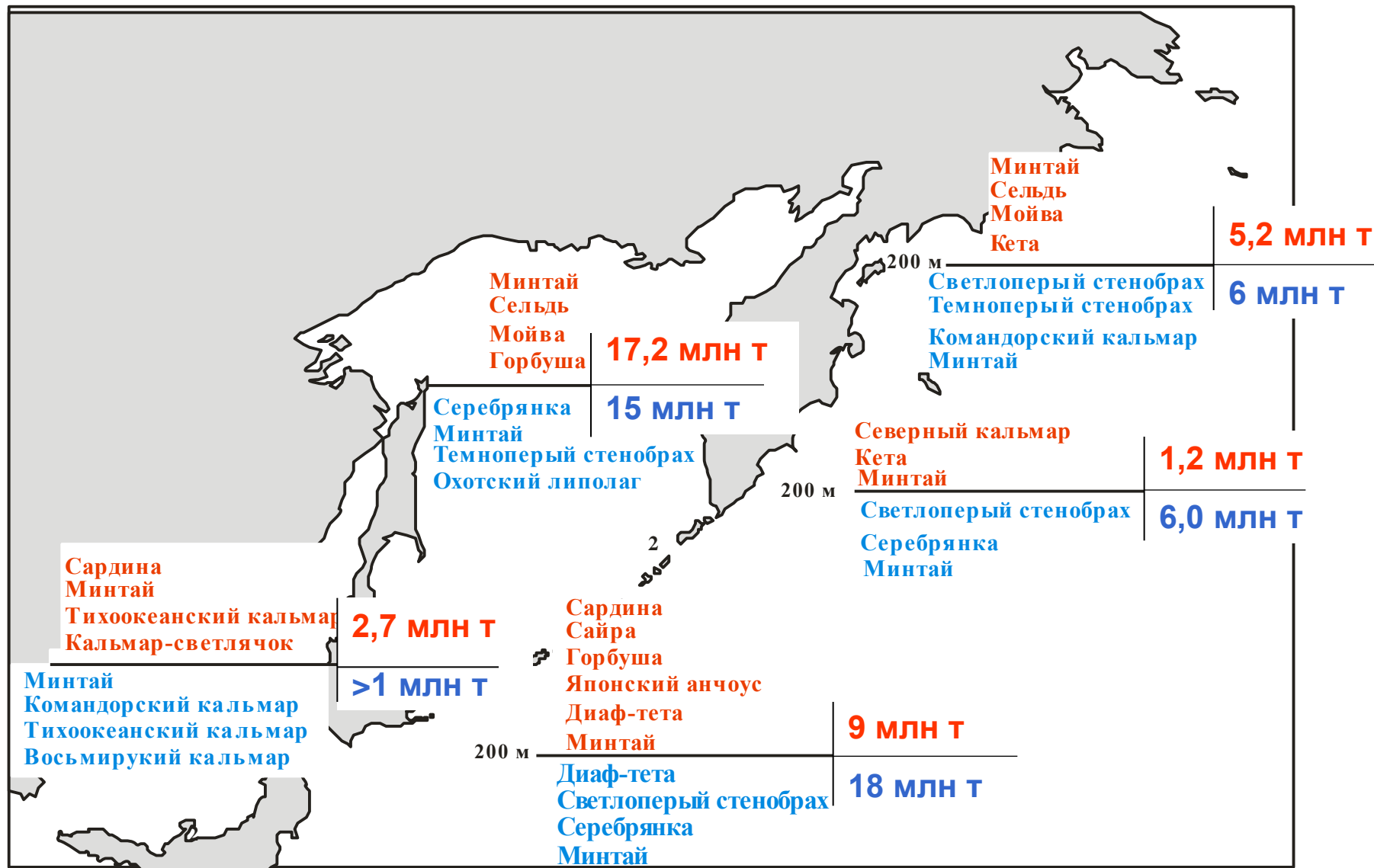
Общая биомасса и плотность nekтона в различных районах дальневосточных российских вод (Шунтов, 2012)



Биомасса и концентрация биомасс нектона в эпи- и мезопелагиали ДВ российских вод (1980–2009-е гг.)

Район	млн т			т/кв.км
	Эпи-	Мезо-	Всего	
Берингово море	5,2	6,0	11,2	16,0
Охотское море	17,2	15,0	32,2	21,0
Океанские воды Камчатки	1,2	6,0	7,2	14,0
Прикурильские воды	9,0	18,0	27,0	24,0
Японское море	2,7	<1,0	3,7	9,0
ВСЕГО	35,3	46,0	81,3	

Среднемноголетний состав наиболее массовых видов nekтона в различных районах дальневосточных российских вод





- **При освоении всего нескольких процентов запасов глубоководного нектона сырьевая база рыболовства в российских водах могла бы быть расширена по ассортименту и двукратно увеличена по объему и стать, таким образом, более устойчивой.**
- **Все это находится в соответствии с принципами многовидового рыболовства, но особенно важно - с биоценологических позиций, согласно которым распределение промысловых нагрузок на многие объекты снижает пресс на традиционно (т.е. длительное время) эксплуатируемые популяции.**

Расчет возможного изъятия рыб на 100 т «основного» объекта промысла (**сблокированные квоты**) в Карагинском районе в 2005 г. (Терентьев, 2006)

Виды и группы видов	Тип промысла	
	Снюрреводный	Донный ярусный
Скаты	1,7	11,3
Макрурусы	0,0	31,3
Навага	68,9	0,0
Треска	75,1	100,0
Минтай	57,6	5,3
Морские окуни	0,0	36,2
Терпуги	15,6	4,3
Бычки	13,3	6,4
Камбалы	100,0	0,0
Палтусы	0,7	7,2
Прочие	6,3	3,7
Итого	339,2	205,7

2. О сохранении биологического разнообразия

! Современный промысел не угрожает снижению биоразнообразия макроэкосистем дальневосточных морей

Вклад (%) в общую биомассу nekтона первых 10 видов (1980–2009-е гг.) (Шунтов, 2012)

Район	%
ЭПИПЕЛАГИАЛЬ	
ДВ моря	96,4–99,9
СЗТО (прикамчатские воды)	92,3–94,7
СЗТО (прикурильские воды)	79,4–98,0
МЕЗОПЕЛАГИАЛЬ	
ДВ моря	92,6–99,1
СЗТО	87,4–93,4

В 1-й десятке видов в эпипелагиали в течение 30 летнего периода фигурировало **46** видов рыб и кальмаров

В мезопелагиали кроме них еще **10** видов

! Доминирующие и субдоминирующие виды играют главную роль в функционировании биоценозов дальневосточных морей и прилегающих тихоокеанских водах, вклад остальных видов в распределении потоков вещества и энергии биоценозов незначителен

В водах России

1250 видов рыб

из них морских

1100 видов рыб :

редкие – 54%,

обычные – 30 %,

промысловые – 16 %

(Парин, 2004)

В ДВ

900–1000 видов рыб

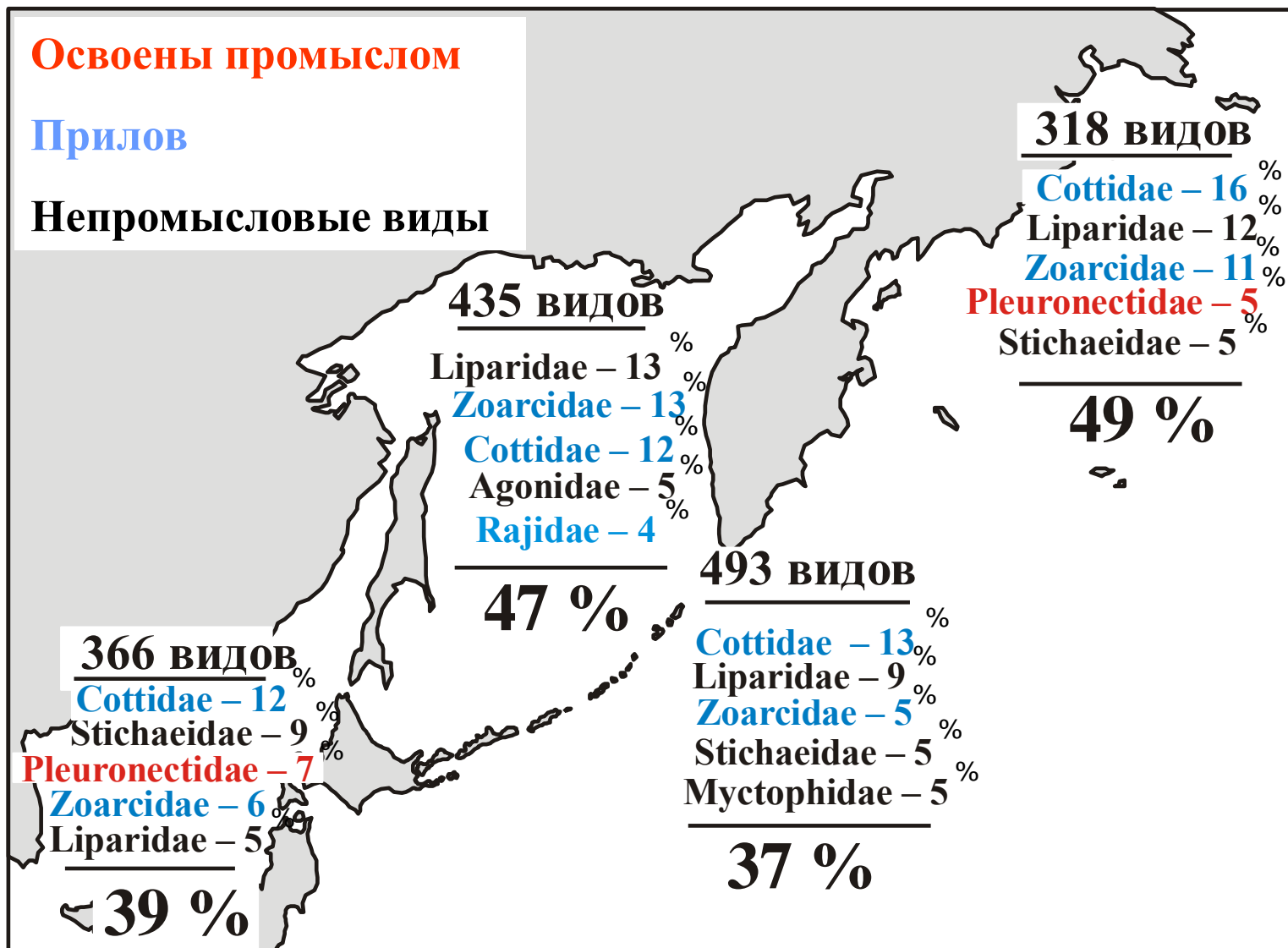
российских

70 видов

морских водах

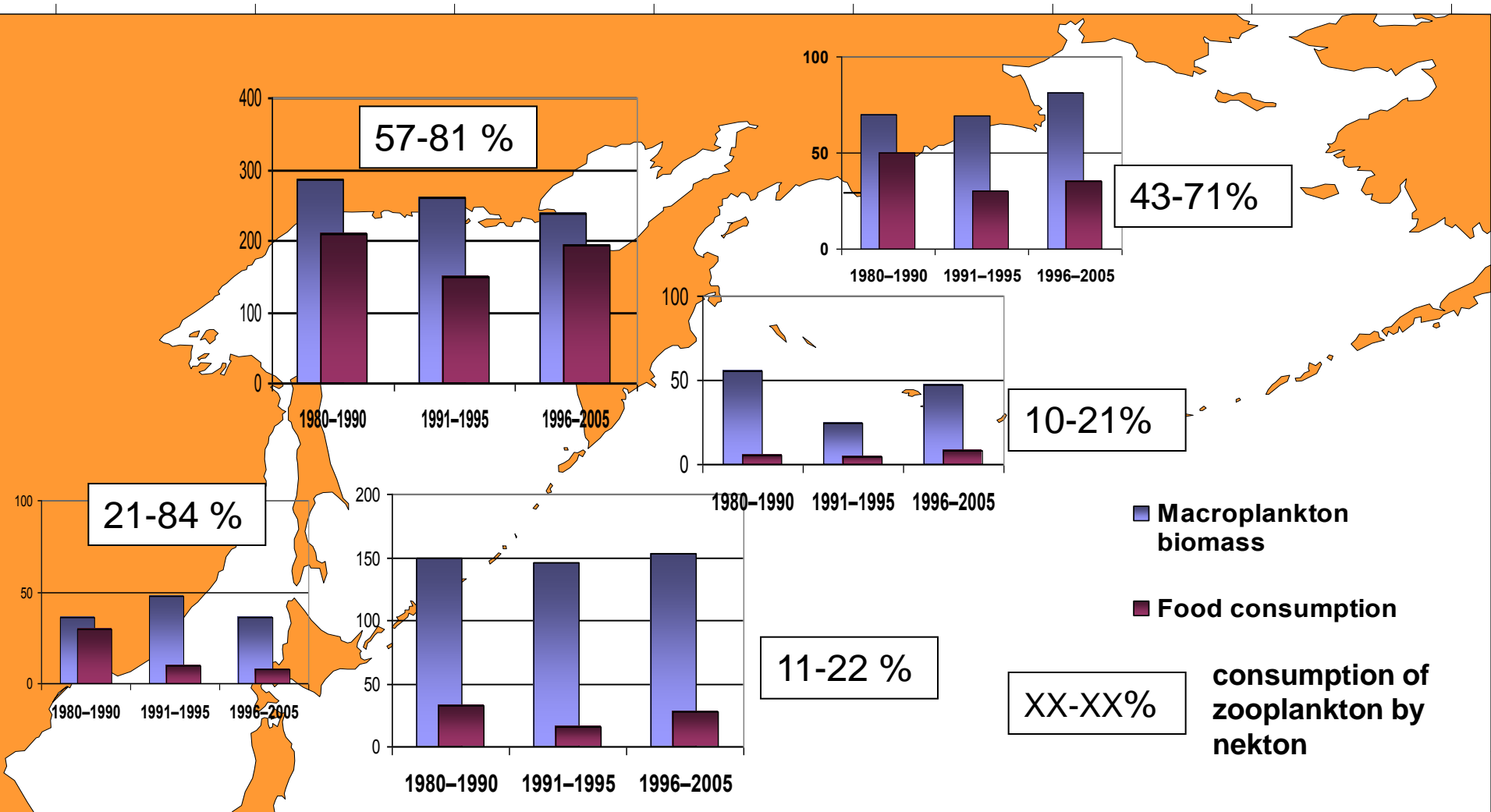
ГОЛОВОНОГИХ

Общее число видов рыб и рыбообразных в различных районах ДВ российских вод и доля (%) видов первых пяти семейств от общего числа видов



3. Контроль численности представителей
средних и высших трофических уровней «снизу»
(обеспеченность пищей)

Биомассы макропланктона и его потребление nekтоном в эпипелагиали (0-200 м) дальневосточных российских вод, (млн т) (Шунтов, Темных, 2012)

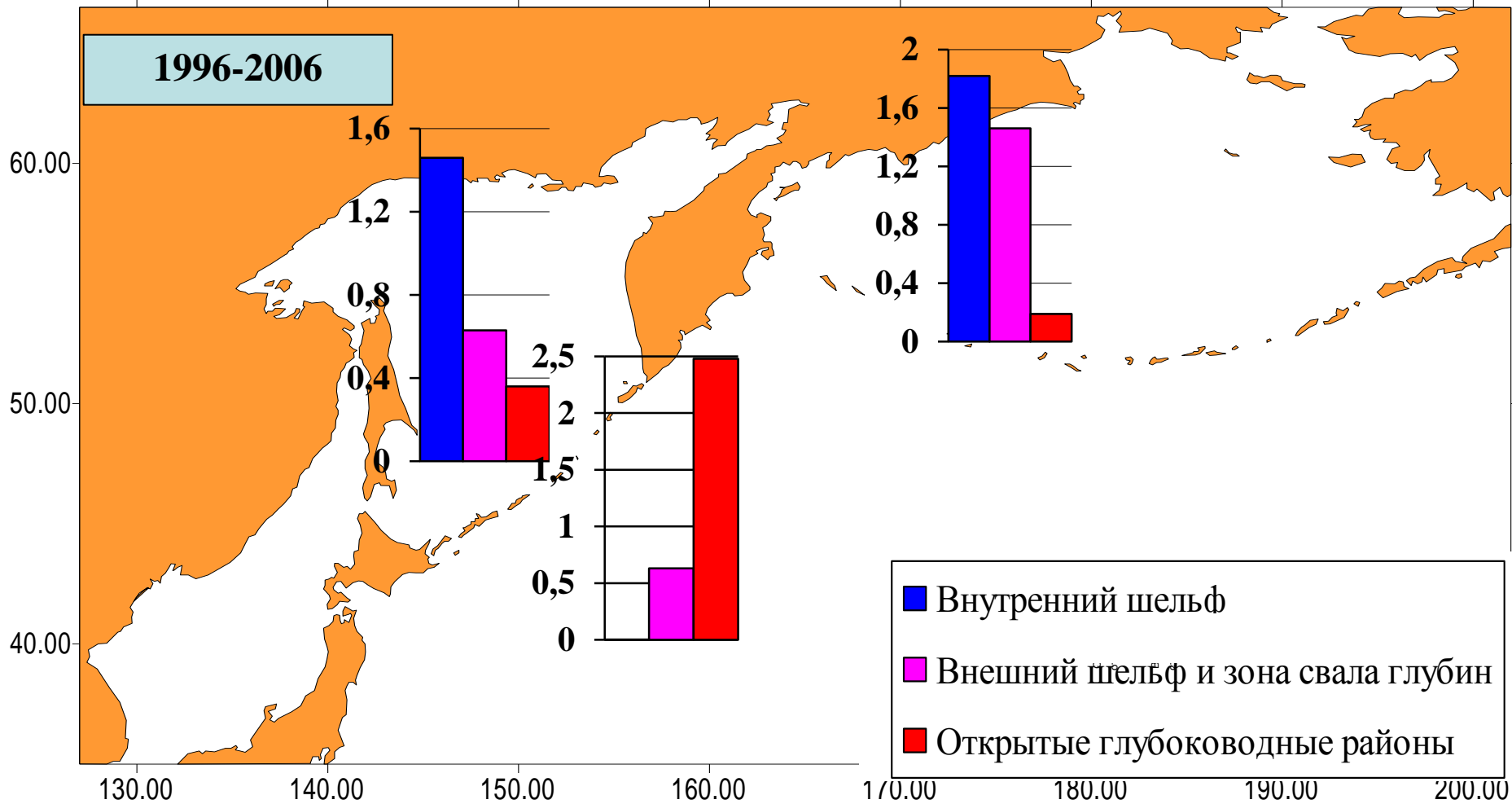


Доля лососей в общем потреблении макропланктона - 2-5%

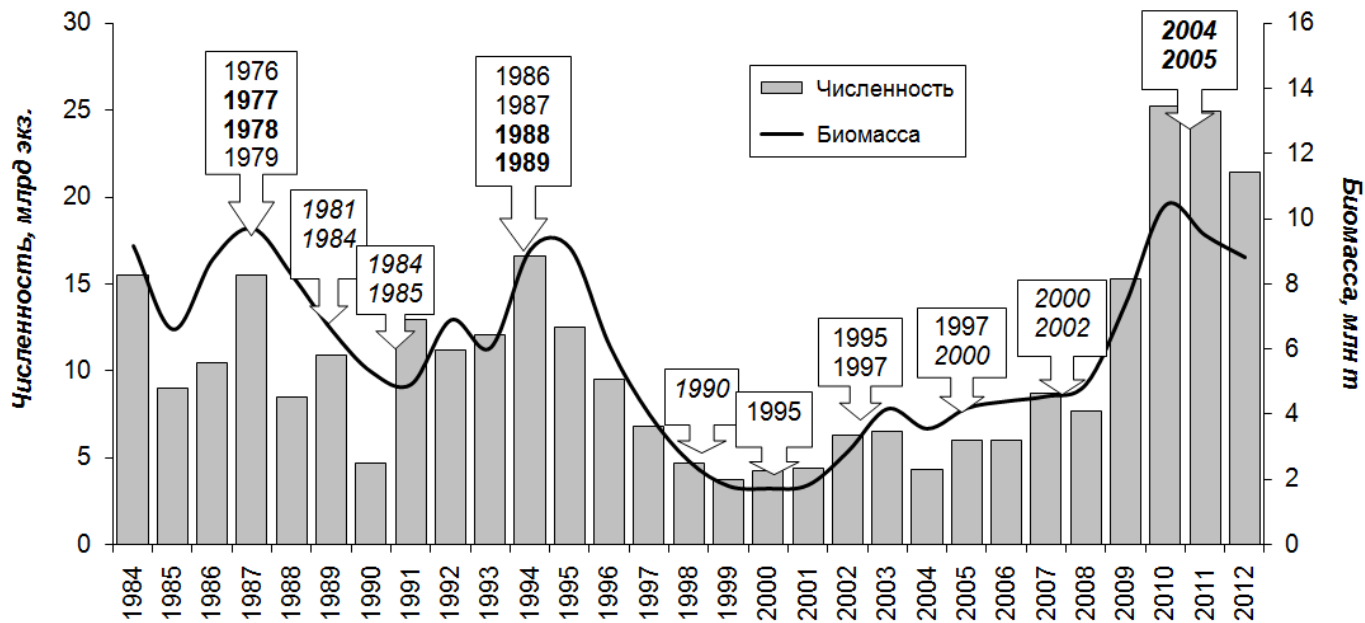
Потребление зоопланктона nekтоном (% от продукции планктона) в дальневосточных российских водах в 1980-2000-е гг. (Шунтов, Темных 2011, 2012)

Охотское море	16-20 %
Берингово море	11-18%
Японское море	5-21 %
Северо-западная часть Тихого океана	3-5 %

Средняя концентрация (т/кв.км) **мелких видов и молоди рыб** в эпипелагиали различных зон дальневосточных морей и в СЗТО



Запасы мелкоразмерного нектона находятся на уровне биомасс амфипод – четвертой по обилию группы макропланктона



Динамика численности и биомассы нерестового запаса минтая в северной части Охотского моря (Овсянников, 2011 с дополнениями)

<u>1984-1990</u>	<u>2006-2011</u>
<u>Биомасса nekтона</u>	
21,24 млн.т	20,2 млн. т
<u>Биомасса зоопланктона</u>	
410,0 млн.т	267 млн.т

Количественные характеристики зоопланктона Охотского моря (Дулепова, в печати)

Биомасса зоопланктона

2006-2011 гг.

1140 мг/м³

1984-1990 гг.

1672 мг/м³

Биомасса нехищного зоопланктона

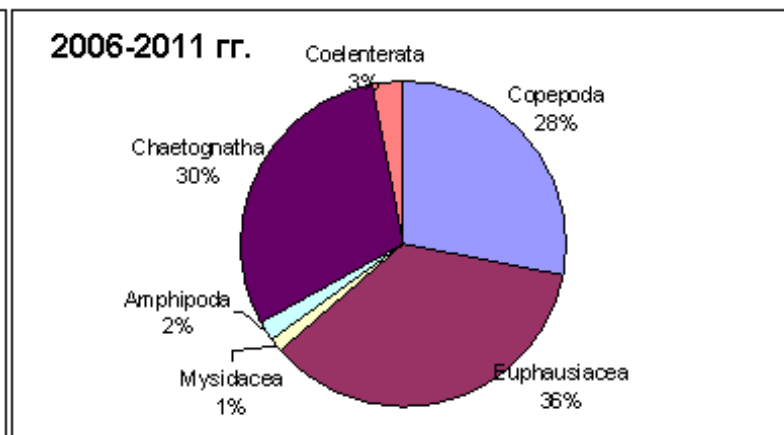
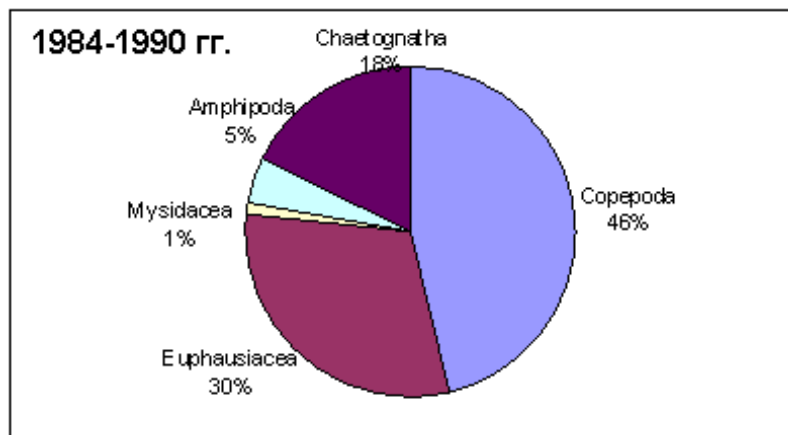
788 мг/м³

1401 мг/м³

Биомасса хищного зоопланктона

352 мг/м³

271 мг/м³



Доля хищного зоопланктона в среднем в Охотском море возросла с 16 до 32 % при указанном выше снижении общей биомассы зоопланктона.

Выедание зоопланктона nekтоном в Охотском море в два периода его высокой численности (Дулупова, в печати)

1984-1990

2006-2011

Биомасса nekтона

21,24 млн.т

20,2 млн. т

Биомасса зоопланктона

390-424 млн.т

267 млн.т

Выедание

210 млн.т.

200 млн.т

От биомассы зоопланктона

55,0-50,0 %

75%

От величины продукции сообщества, доступной рыбам

6,5%

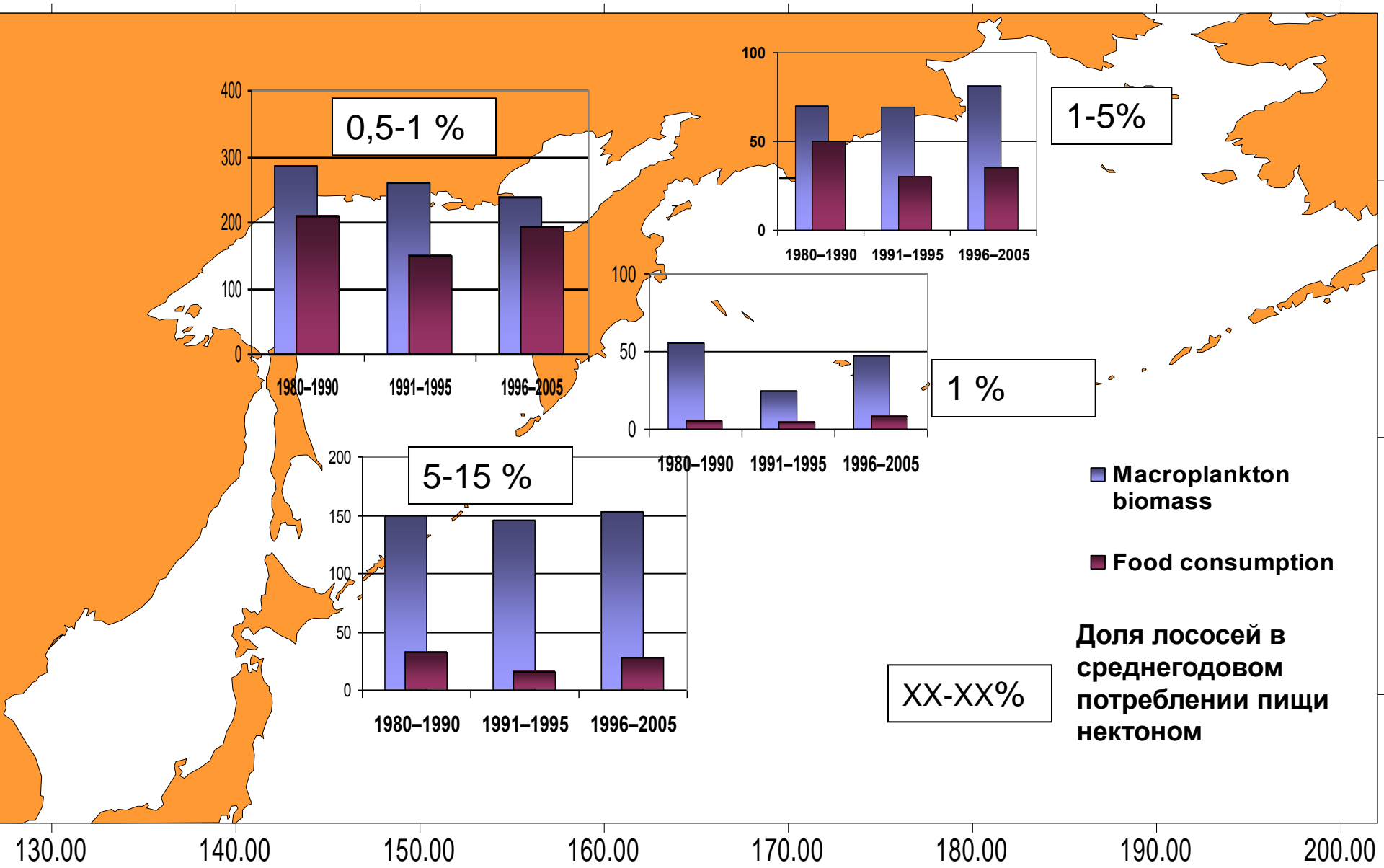
17%



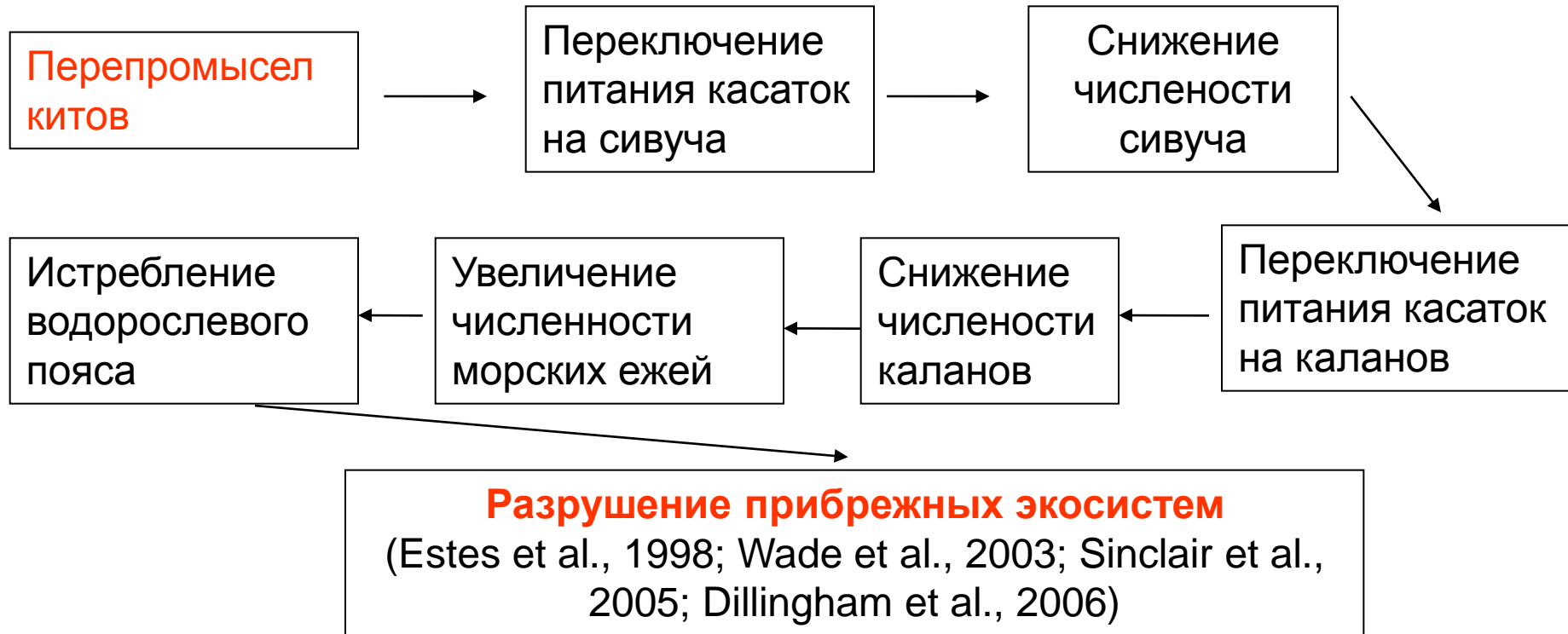
Результаты сопоставление уровней продуцирования и потребления позволяют заключить, что снижение биомассы и соответственно продукции зоопланктона практически не отразилось на кормовой обеспеченности и не повлияло на формирование продукции нектона в 2006-2011 гг..



Биомассы макропланктона, его потребление nekтоном и лососями в эпипелагиали (0-200 м) дальневосточных российских вод (Шунтов, Темных, 2012)



4. О каскадной смене видов в сообществах



- Особенностью функционирования биоценозов является многофакторность связей между представителями разных трофических уровней (и в пределах их)
- Описание событий в экосистемах по каскадному типу, когда в причинно-следственную цепочку выстраиваются отдельные избранные виды, является сильным упрощением существующих биоценологических связей

3. Контроль численности представителей средних и высших трофических уровней «снизу»

! Обширные материалы по питанию нектона и нектобентоса позволили сделать принципиальный вывод о том, что пищевая конкуренция в пелагических и донных ихтиоценах не достигает уровня, при котором начинается жесткое лимитирование численности. Это связано с частичным расхождением пищевых спектров у экологически близких видов, а главное с высокими биомассами и продукцией зоопланктона и бентоса, которые в макроэкосистемах не подвержены очень значительной межгодовой изменчивости.

Возможность лимитирования численности рыб и беспозвоночных на ранних стадиях развития

Большинство пелагических и бентосных видов на ранних стадиях развития находятся вместе в пелагических зонах роста. В этих зонах ранние стадии гидробионтов более уязвимы в связи с ограниченными возможностями маневрировать по вертикали и по горизонтали. В этот период они более чувствительны к аномальным изменениям окружающей среды, зависимы от состава и размерной структуры кормовой базы, фенологии ее развития. Кормовая база личинок (бактерии, мелкие формы фито- и зоопланктона, в том числе простейшие), особенно ее количественное развитие и динамика, изучены крайне недостаточно.

4. О промысле хищных животных

Годовое потребление минтая (млн т) в Охотском и Беринговом морях в 1980-е гг. (Shuntov, Dulepova, 1993)

Причина смертности	Охотское море	Беринговом море
Крупный минтай (каннибализм)	0,6	0,9
Другие хищные рыбы	2,2	4,5
Морские млекопитающие и птицы	0,4	1,5
Все хищники	3,2	6,9
Промысловый вылов	1,8	2,0*
Продукция минтая	5,0–7,5	10,0–12,5

Примечание. Не включен максимальный улов одного года 3,8 млн т.

Среднегодовое потребление пищи минтаем
(млн т) в Охотском и Беринговом морях
(Шунтов и др., 1993)

	Охотское море	Берингово море
Макропланктон	150	220
Кальмары	4,5	6,6
Мелкие рыбы	12,0	17,6

Численность китов Минке и состав их пищевых рационов (Т. Tamura & Н. Kato, 2005)

PICES region WTZ (Western Tropical Zone)

Common minke whale :

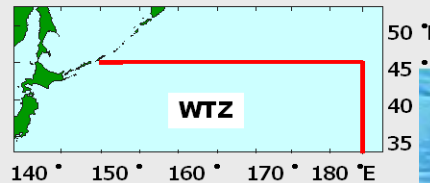
about **12,000** animals

Daily prey consumption :

about **2,300** tonnes

Seasonal prey consumption (180 days)

: about **414,000** tonnes



Major prey species of common minke whales in western North Pacific

Krill

(*Euphausia pacifica*)



Japanese anchovy

(*Engraulis japonicus*)

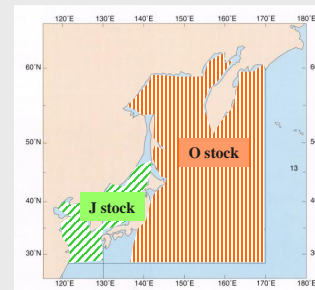


Pacific saury

(*Colarabis saira*)

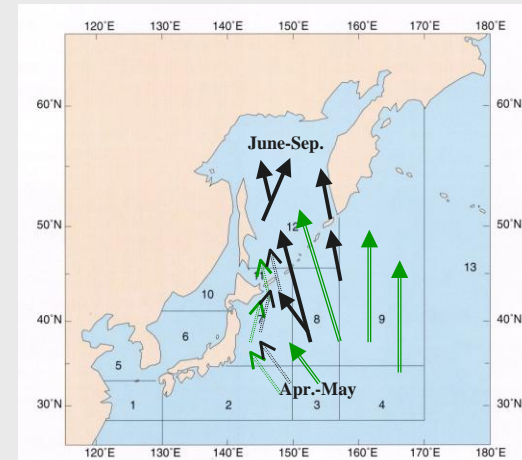


Stock structure



25,000
animals

Migration pattern of common minke whale (O stock)



Immature
 Mature Male
 Mature Female

Задачи дальнейших исследований

- Усиление исследований популяционной организации гидробионтов с целью определения единиц запаса, их границ

Углубление исследований по динамике численности популяций, биоценозов и экосистем

- Почему редко оправдываются климато-океанологические и экологические прогнозы ?
- Почему на динамику климата явно реагируют только небольшое число видов (в основном флуктуирующих) ?
- Причины слабой синхронности в динамике экологически близких видов в одном районе, а популяций одного вида – в разных районах?
- Причины синхронности в динамике популяций близких видов в отдаленных районах ?
- Почему значительно отличаются масштабы волн численности популяций и соотношение видов в сообществах в аналогичные смежные циклы ?
- Причины выраженности у разных видов основных циклов динамики численности разной продолжительности ?

Шунтов В.П., Темных О.С. 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 // Изв. ТИНРО. — 2008б. — Т. 155. — С. 3–32.

Шунтов В.П., Темных О.С. Многолетняя динамика биоты макроэкосистем Берингова моря и факторы, ее обуславливающие. Сообщение 2. Современный статус пелагических и донных сообществ Берингова моря // Изв. ТИНРО. — 2008в. — Т. 155. — С. 33–65.

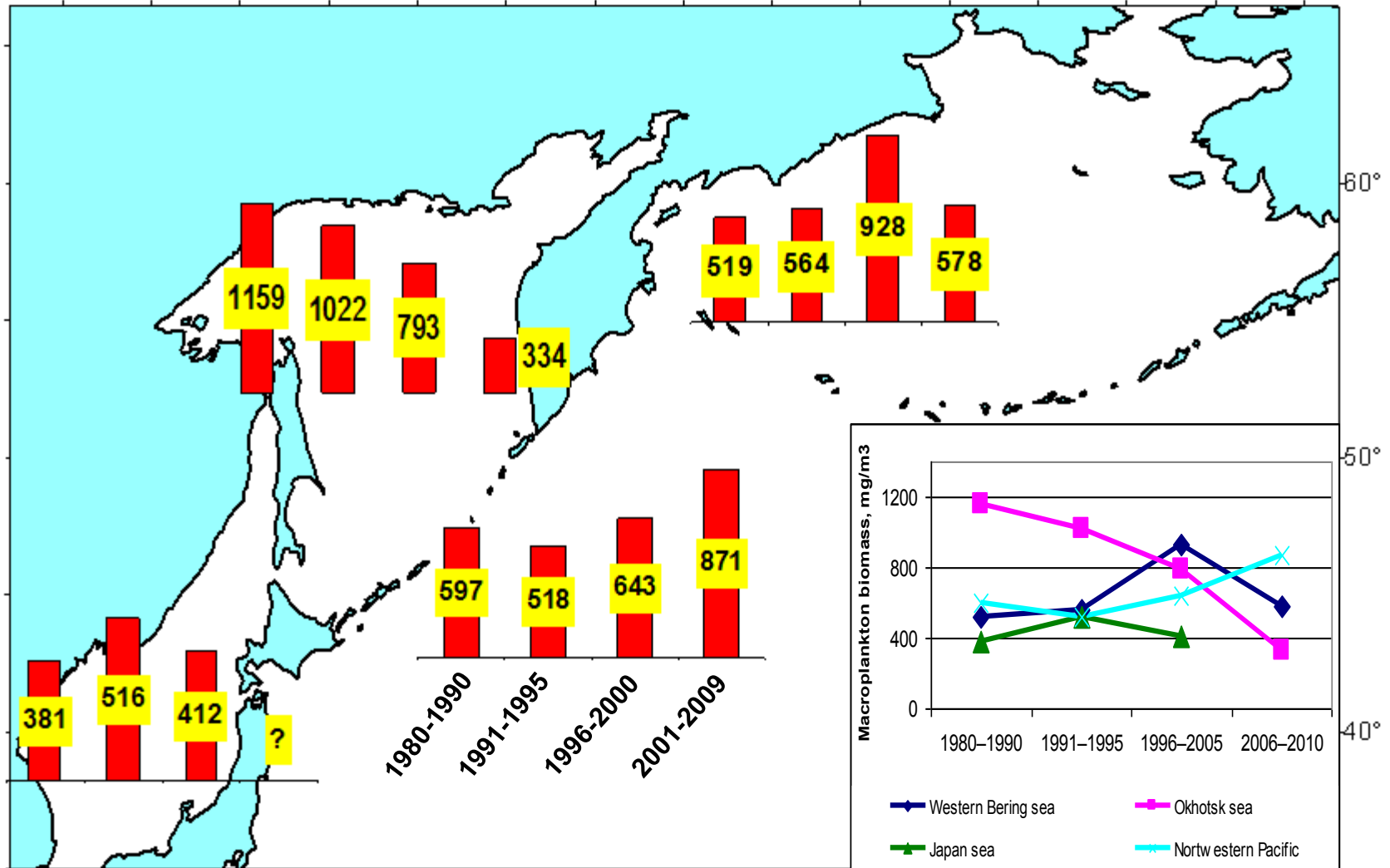
Почему редко оправдываются климато-океанологические и экологические прогнозы ?

- Поиск связей динамики биоты с климато-гидрологическими событиями в реальности являются только попыткой обозначить некоторые контуры зависимостей с упрощенными формальными показателями климатической изменчивости. Все или почти все климатические и гидрологические индексы и их динамика только в некоторой степени отражает сложную суть климатических преобразований. По-видимому, это можно сказать и о показателях, характеризующих геофизические и астрономические факторы.
- Отсутствие методики интегральной оценки одновременного влияния на биоту многих (в том числе и взаимодействующих друг с другом) факторов

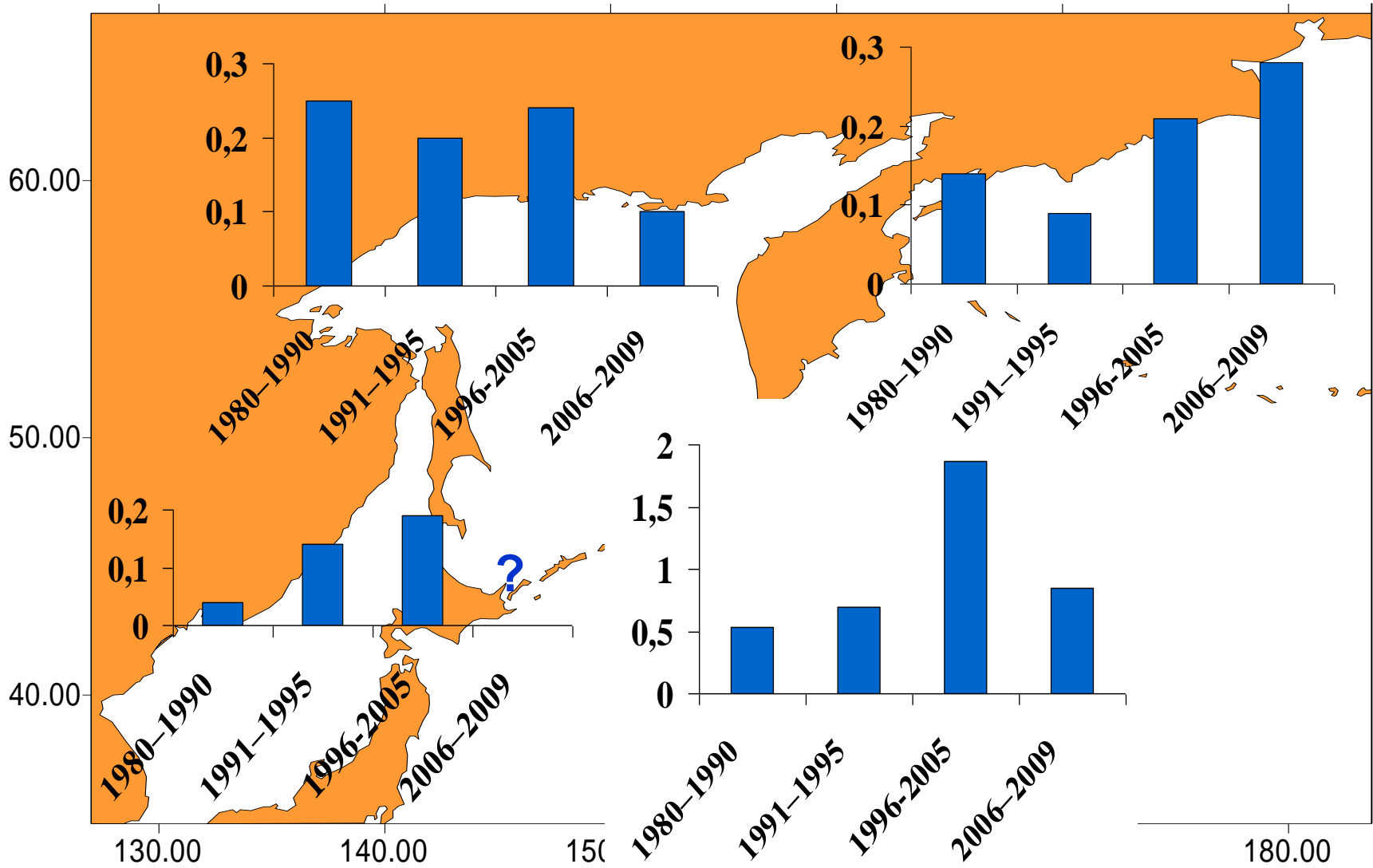
? Причины слабой синхронности в динамике экологически близких видов в одном районе, а популяций одного вида – в разных районах?

- **Региональная специфика динамики физико-географических условий ландшафтных зон, климатических провинций и связанных с ними биот**

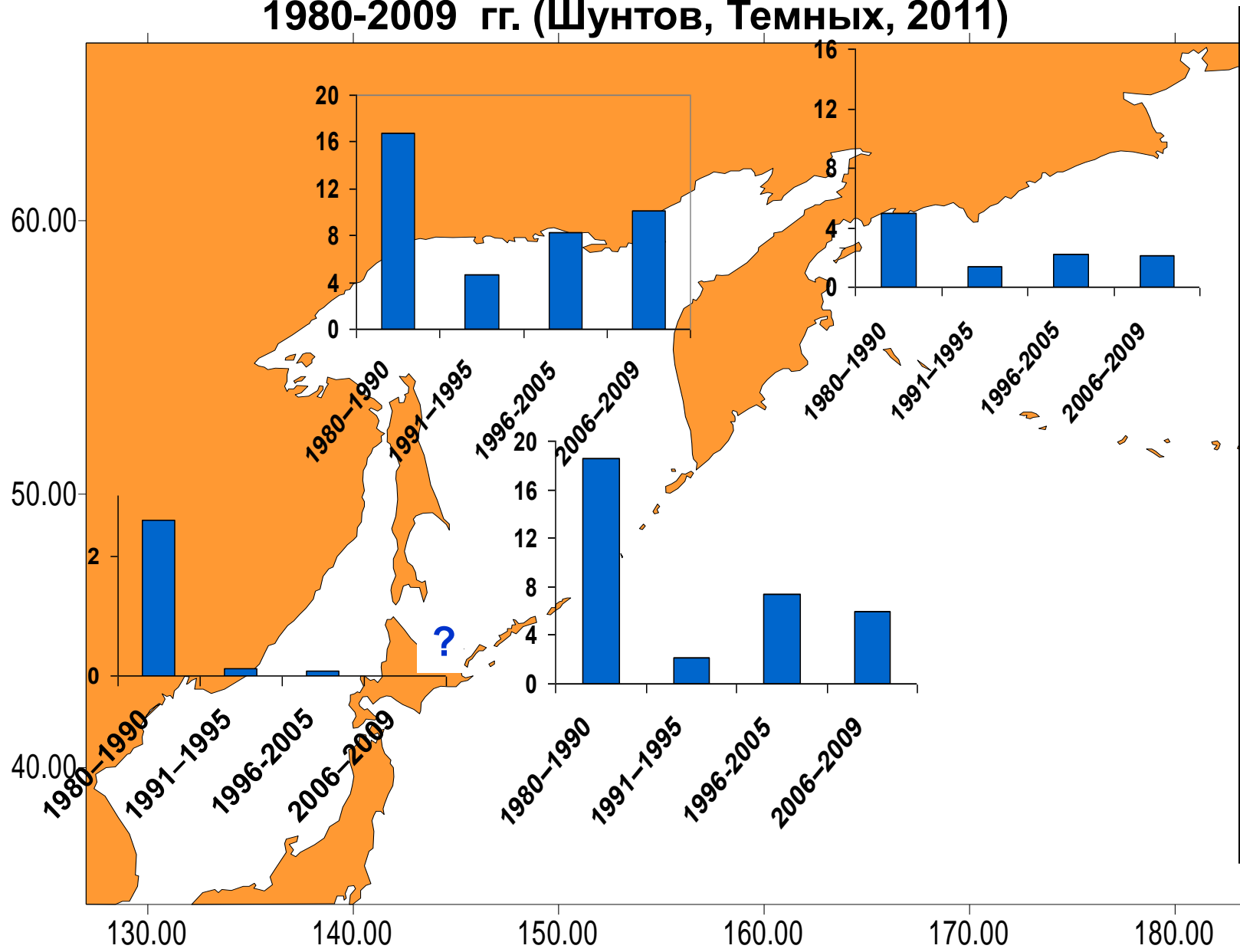
Динамика среднегодовой биомассы зоопланктона (мг/м³) в эпипелагиали дальневосточных морей и прилегающих тихоокеанских водах в 1980-2009 гг.



Динамика среднегодовой биомассы кальмаров (мг/м³) в эпипелагиали дальневосточных морей и прилегающих тихоокеанских водах в 1980-2009 гг. (Шунтов, Темных, 2011)



Динамика среднегодовой биомассы рыб (млн т) в эпипелагиали дальневосточных морей и прилегающих тихоокеанских водах в 1980-2009 г. (Шунтов, Темных, 2011)

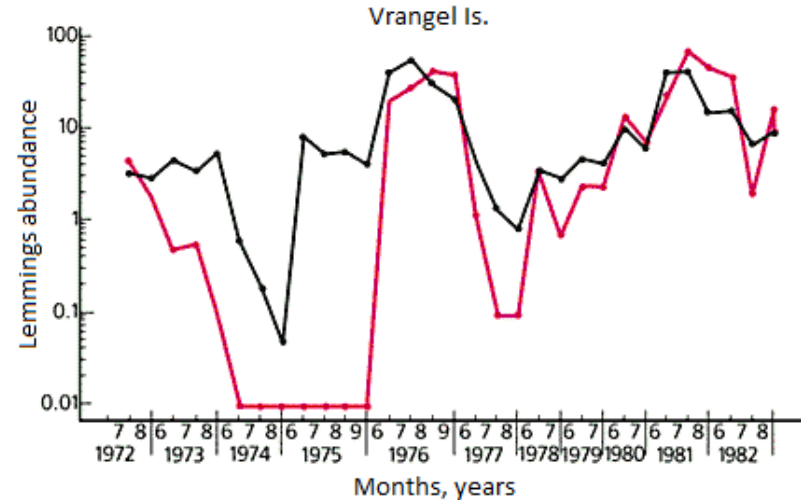


Авторегуляция численности как результат влияния эндогенных факторов

Флуктуации численности двух видов леммингов

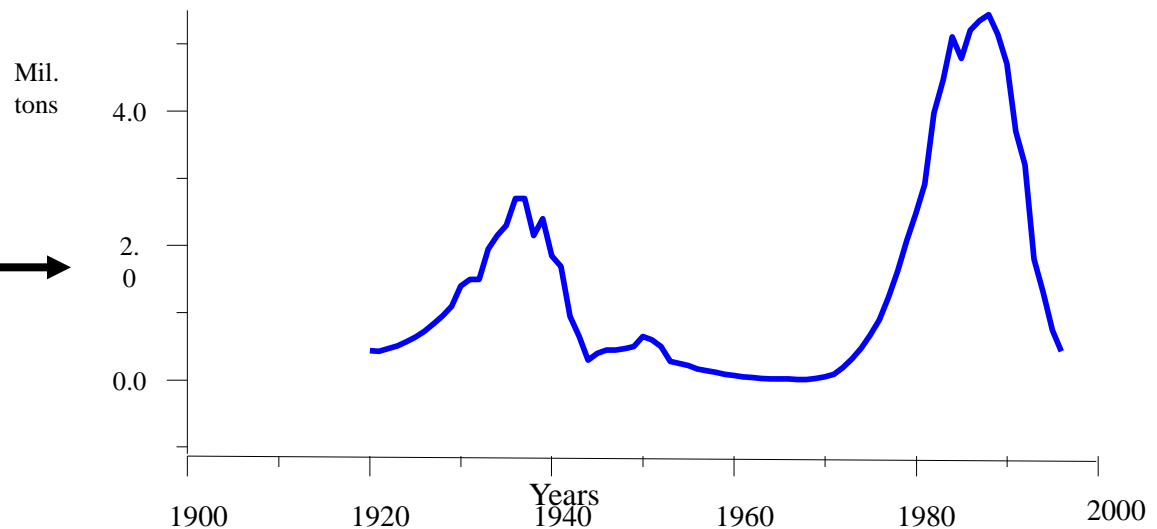
Механизм авторегуляции:

высокая плотность популяций – стресс – снижение качества популяции - снижение жизнестойкости – увеличение смертности



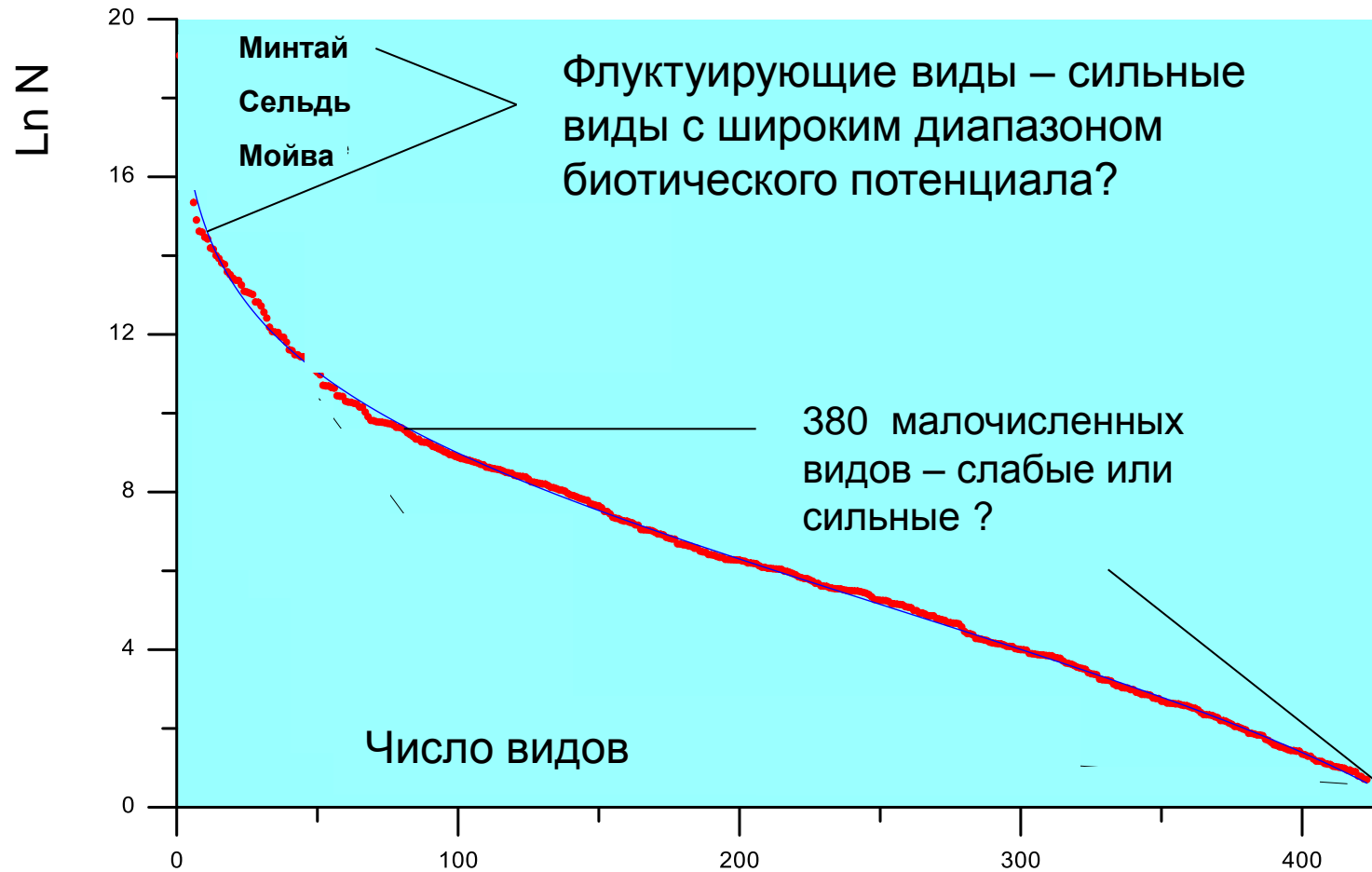
Флуктуации численности сардины- иваси

Тот же механизм ?



? Почему на динамику климата явно реагируют только небольшое число видов (в основном флуктуирующих)

Ранжирование видов nekтона по численности в эпипелагиали Охотского моря (Иванов, Суханов, 2009)



Существование «сильных» и «слабых» особей, популяций и видов в сообществах. Нестабильность физического, физиологического и генетического потенциалов на различных стадиях волн численности .

Недостаточно изученные проблемы и вопросы, необходимые для понимания и прогнозирования перестроек в популяциях, биоценозах и экосистемах:

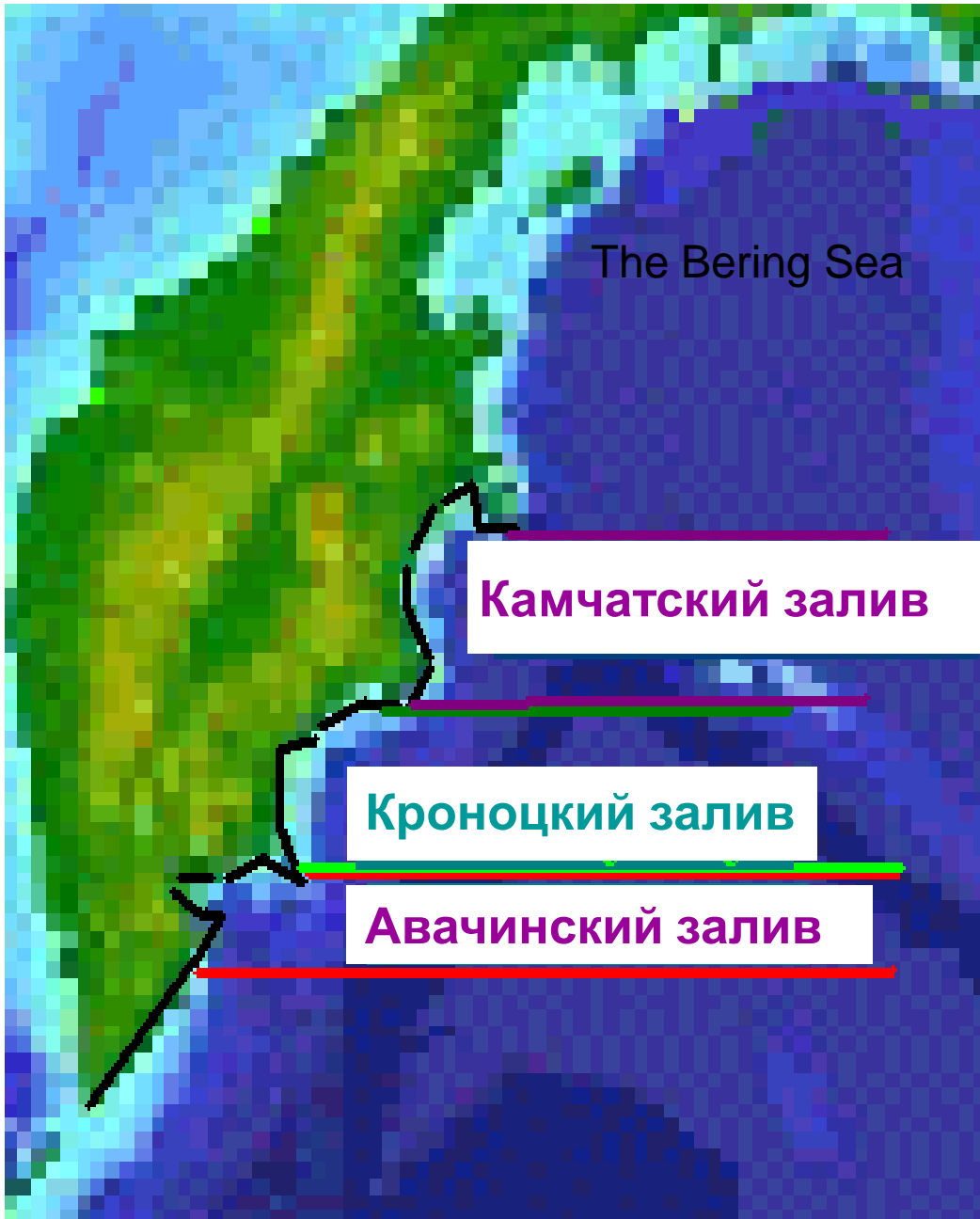
- Степень «адекватности» отражения сложной сути динамики климатических и биологических процессов через динамику применяемых климатических и гидрологических индексов
- Методики интегральной оценки одновременного влияния на биоту многих (в том числе и взаимодействующих друг с другом) факторов
- Присутствие в сообществах сильных и слабых не только особей, но также популяций и видов. Непостоянство физического, физиологического и генетического потенциалов популяций на разных этапах волн их численности
- Недоучет эндогенных факторов (в том числе и нейроэндокринных) в формировании биотического потенциала (жизнестойкости) и его изменчивости у особей и популяций
- Недостаточность достоверных количественных оценок параметров, определяющих экологическую емкость биотопов, ландшафтов и экосистем (гидрохимические, гидро-динамические основы биопродуктивности, биомасса и численность компонентов биоты, биоценотические взаимоотношения)
- Региональная специфика динамики физико-географических условий ландшафтных зон, климатических провинций и связанных с ними биот

Задачи дальнейших исследований

- Продолжение экологического мониторинга морских и океанических биологических ресурсов, их океанологического и гидробиологического окружения на базе крупномасштабных комплексных съемок российских дальневосточных вод, как основа данных по динамике количественного состава, структуры пелагических и донных сообществ макроэкосистем

<p>1980-е гг. <u>Охотское море</u></p>	<p>Установили, что запасы <u>камбал</u>, <u>трески</u> и <u>минтая</u> в Охотском море (Западная Камчатка) находятся на гораздо более высоком уровне – увеличены квоты вылова.</p>
<p>1980-е гг. <u>Беринговом море</u></p>	<p>Установили, что запасы <u>трески</u> и других <u>донных рыб</u> значительно выше, чем представляли (карагинско-олюторский и анадырский районы). Открыты мощные скопления <u>минтая</u> в Командорской котловине.</p>
<p>1990-е гг. <u>Охотское море</u></p>	<p>Результаты 1-й Охотоморской бассейновой экспедиции Вопреки пессимистическим представлениям о состоянии <u>охотской сельди</u> показано, что ее в несколько раз больше, Изменены выводы о плохом состоянии запасов <u>камчатского краба</u> и других крабов.</p>
<p><u>В 1990–2000-е гг.</u></p>	<p>Разработаны методики оценок численности лососей в море с целью заблаговременного и оперативного прогнозов подходов</p>
<p><u>2000-е гг.</u></p>	<p>Оценен масштаб потенциальных мезопелагических ресурсов.</p>

Эксперимент:



вклад естественных и антропогенных факторов в динамику популяций, биоценозов и экосистем .

Применение различных тактик управления в трех похожих по условиям и составу биоты заливах у восточного побережья Камчатки:

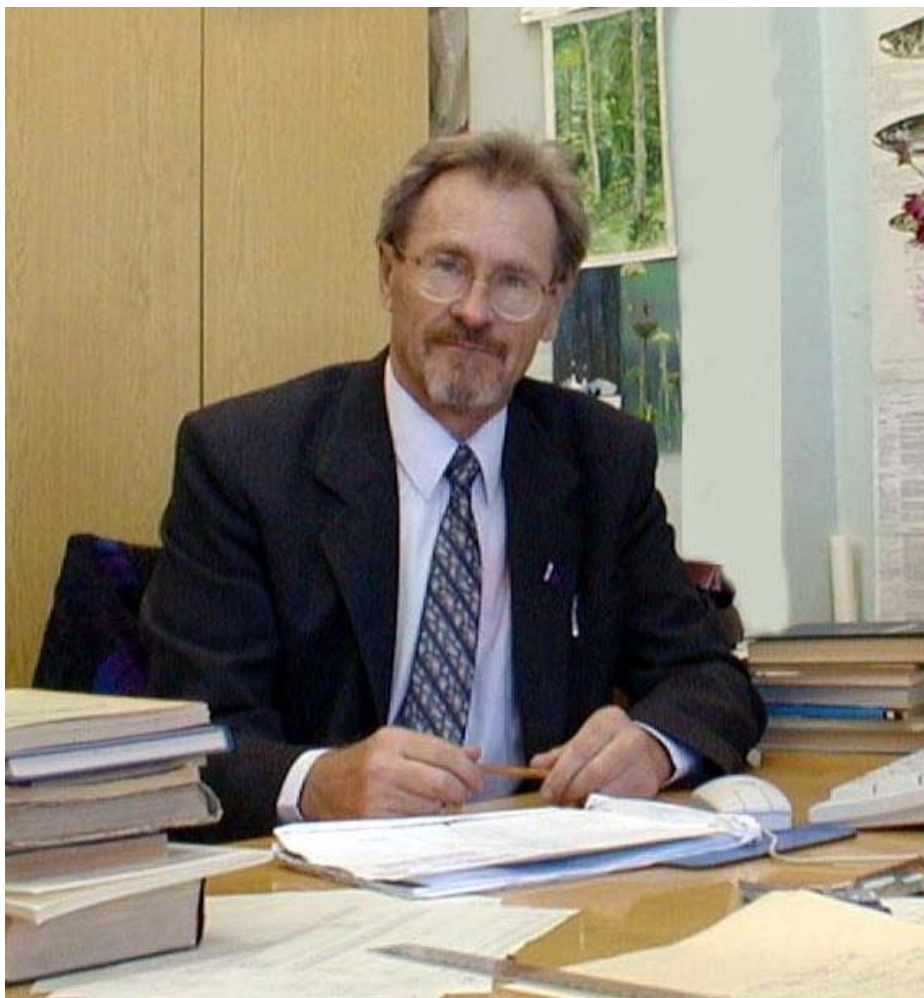
Камчатский залив - максимальный по интенсивности промысел,

Кроноцкий залив -

полный запрет на промысел

Авачинский залив -

промысел донных и придонных гидробионтов в соответствии с существующими принципами рационального рыболовства



Вячеслав Петрович Шунтов

**Д.б.н., профессор, заслуженный
деятель науки РФ, заслуженный
работник рыбного хозяйства РФ
— основатель экосистемных
исследований биоресурсов
дальневосточных морей,
Лауреат медали ВГБО им.
Винберга,
Наград American Fishery Society,
North Pacific Anadromous Fish
Commission**