

Биологическое загрязнение водоемов – масштабы, причины, оценка рисков, контроль

Ю.Ю.Дгебуадзе

**Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н.
Северцова РАН, Москва**

**Biological pollution of waters - scales,
causes, risk assessment, control**

Yury Dgebuadze

**Severtsov Institute of Ecology and Evolution,
Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia**

dgebuadze@sevin.ru

БИОЛОГИЧЕСКОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ЭТО ПРЕЖДЕ ВСЕГО ИНВАЗИИ ЧУЖЕРОДНЫХ ВИДОВ - СОЗДАНИЕ САМОВОСПРОИЗВОДЯЩЕЙСЯ ПОПУЛЯЦИИ ЧУЖЕРОДНЫМ ВИДОМ ЖИВЫХ ОРГАНИЗМОВ В РЕЗУЛЬТАТЕ:

- Естественных перемещений, связанных с флуктуациями численности и климатическими изменениями**
- Преднамеренной интродукции или реинтродукции ценных в хозяйственном отношении («полезных») организмов (растений и животных)**
- Случайной интродукции с балластными водами, импортной продукцией, «полезными» вселенцами, багажом, при разведении декоративных растений и животных и т.д.**

BIOLOGICAL POLLUTION IT'S FIRST OF ALL INVASION OF ALIEN SPECIES - CREATION OF THE SELF-REPRODUCING POPULATION BY THE ALIEN SPECIES OF LIVING ORGANISMS IN RESULT OF:

- natural movements related to fluctuations in abundance and climatic changes**
- anthropogenic impact such as invasion corridors construction, habitats creation and transformation, eutrophication, intentional and accidental introductions and reintroductions of living organisms**

ЧИСЛО ВИДОВ-ВСЕЛЕНЦЕВ В ЕВРОПЕ

- Грибы – **84** вида
- Мхи и лишайники – **58** видов
- Сосудистые растения – **3749** видов
- Наземные беспозвоночные животные – **1522** вида (из них насекомые – **1306** видов)
- Пресноводные беспозвоночные животные – **357** видов
- Рыбы – **75** видов
- Амфибии – **35** видов
- Рептилии – **72** вида
- Птицы – **193** вида
- Млекопитающие – **88** видов

NUMBER OF ALIEN SPECIES IN THE EUROPE

Fungi - 84 species

Mosses and lichens - 58 species

Vascular plants - 3749 species

**Terrestrial invertebrates - 1522 species (of which
insects - 1306 species)**

Freshwater invertebrates - 357 species

Fish - 75 species

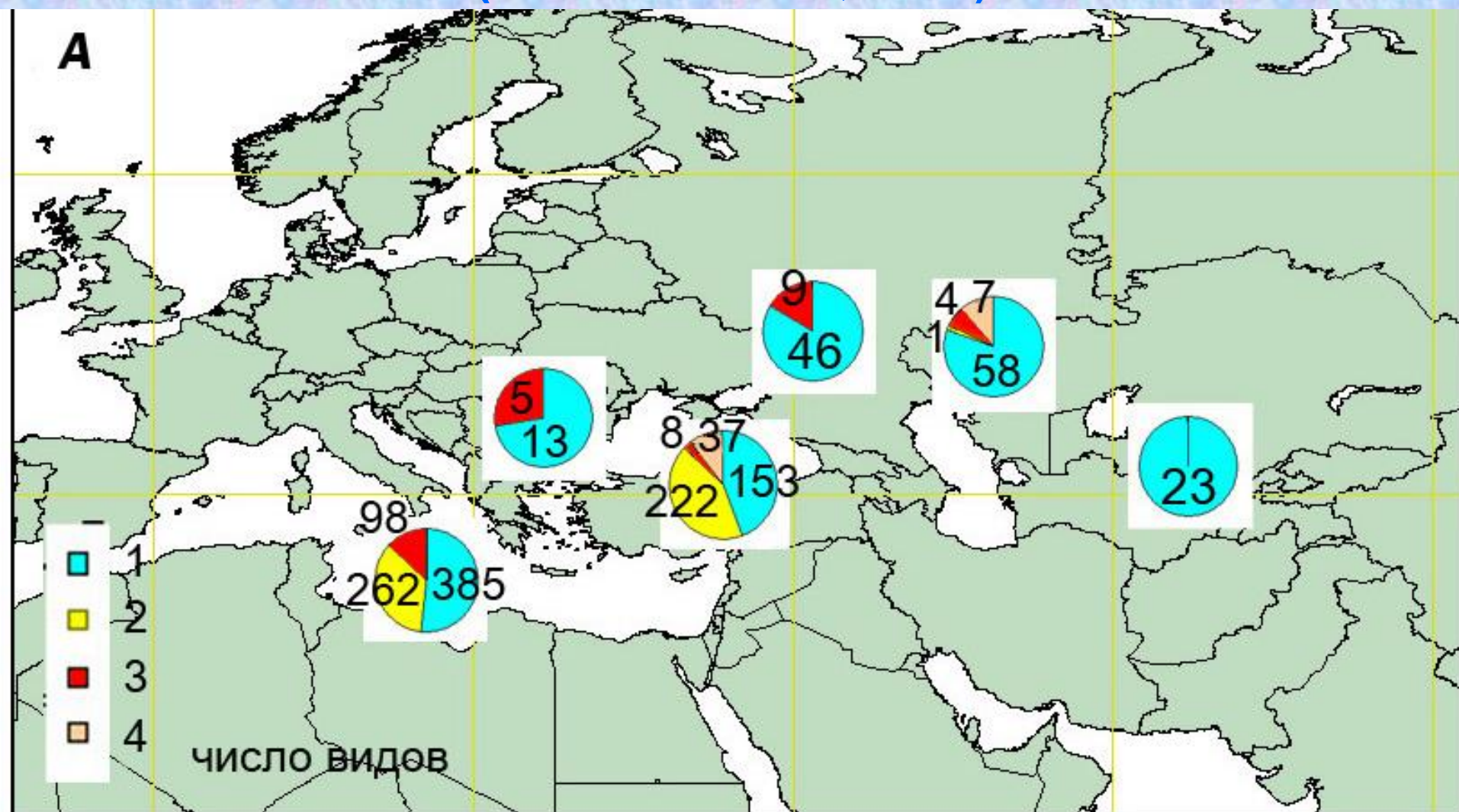
Amphibians - 35 species

Reptiles - 72 species

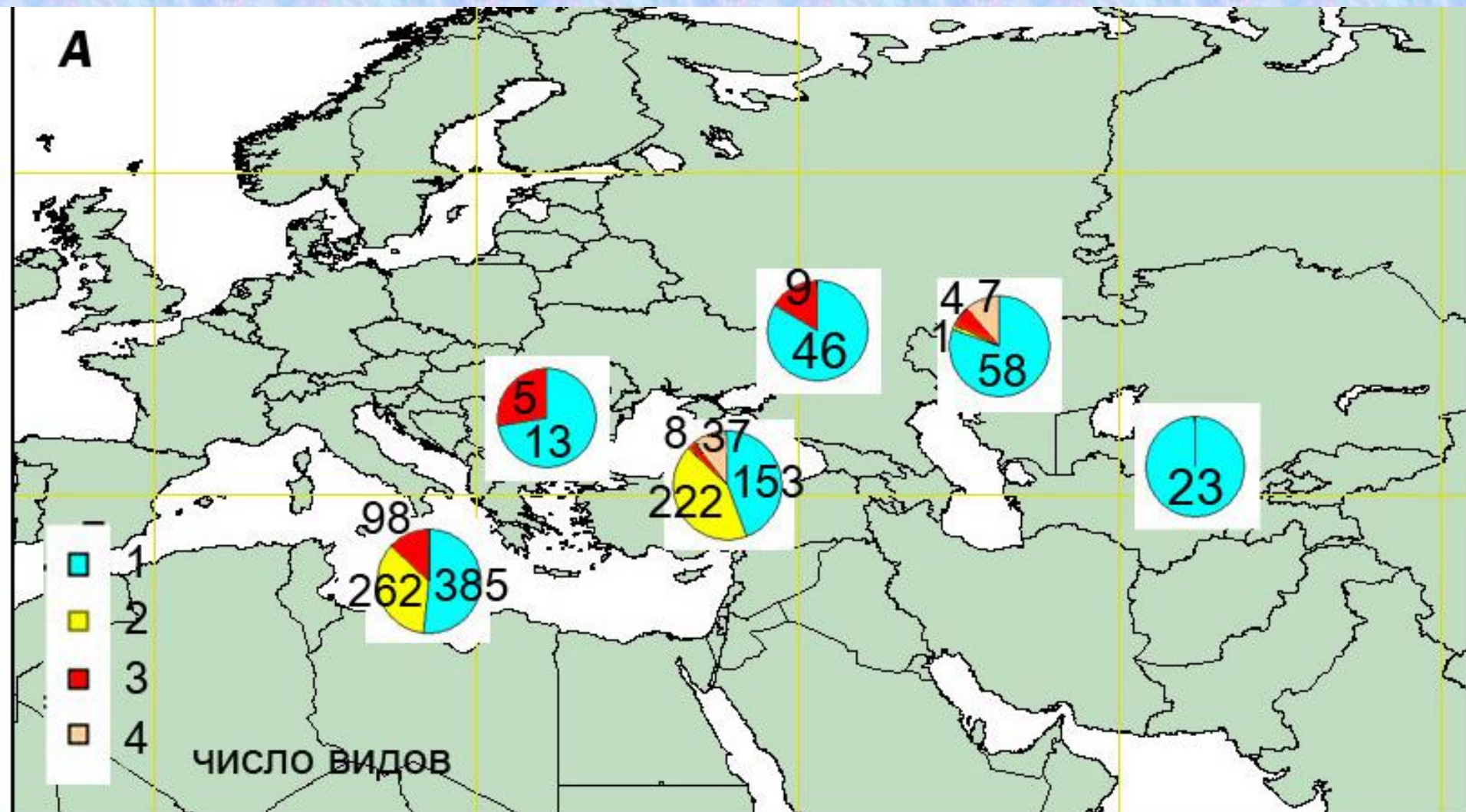
Birds - 193 species

Mammals - 88 species

Общее число чужеродных видов в морях Евразии:
1 – натурализовавшиеся; 2 – единичные; 3 – сомнительные; 4 – недавно обнаруженные
(по Шигановой, 2009)

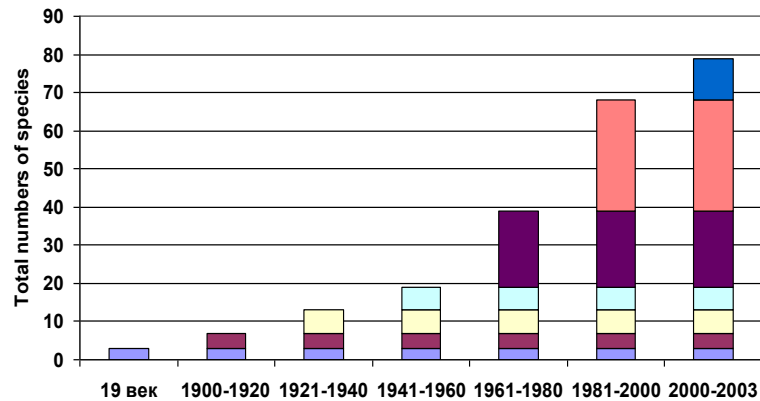


Total number of alien species in the Eurasian seas : 1 - naturalized; 2 single findings; 3- doubtful; 4 - newly discovered (from Shiganova, 2009)



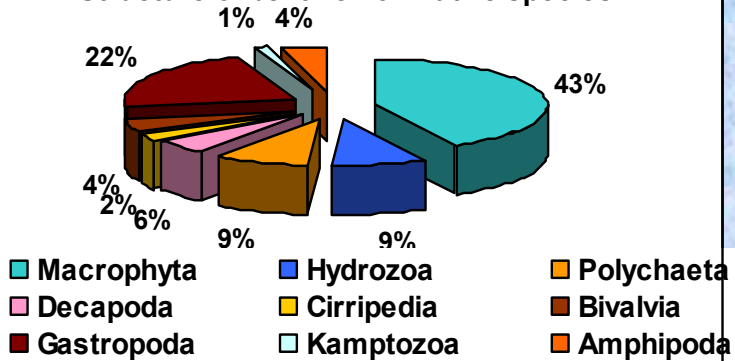
Source, rate and content of marine non-native species

The Black Sea invasion rate

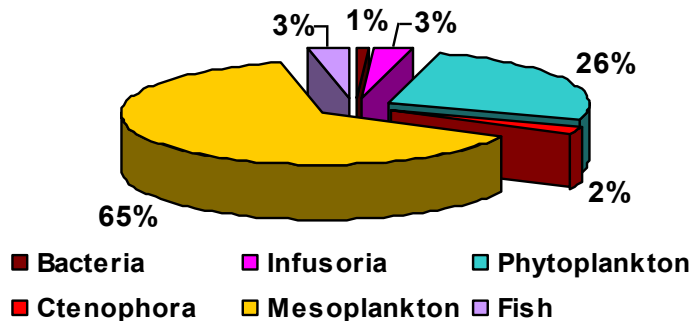


- After 1960 invasion rate increased >10 times;
- in recent years, averaged ~ 3-4 species per year

Structure of benthic non-native species



Structure of pelagic non-native species



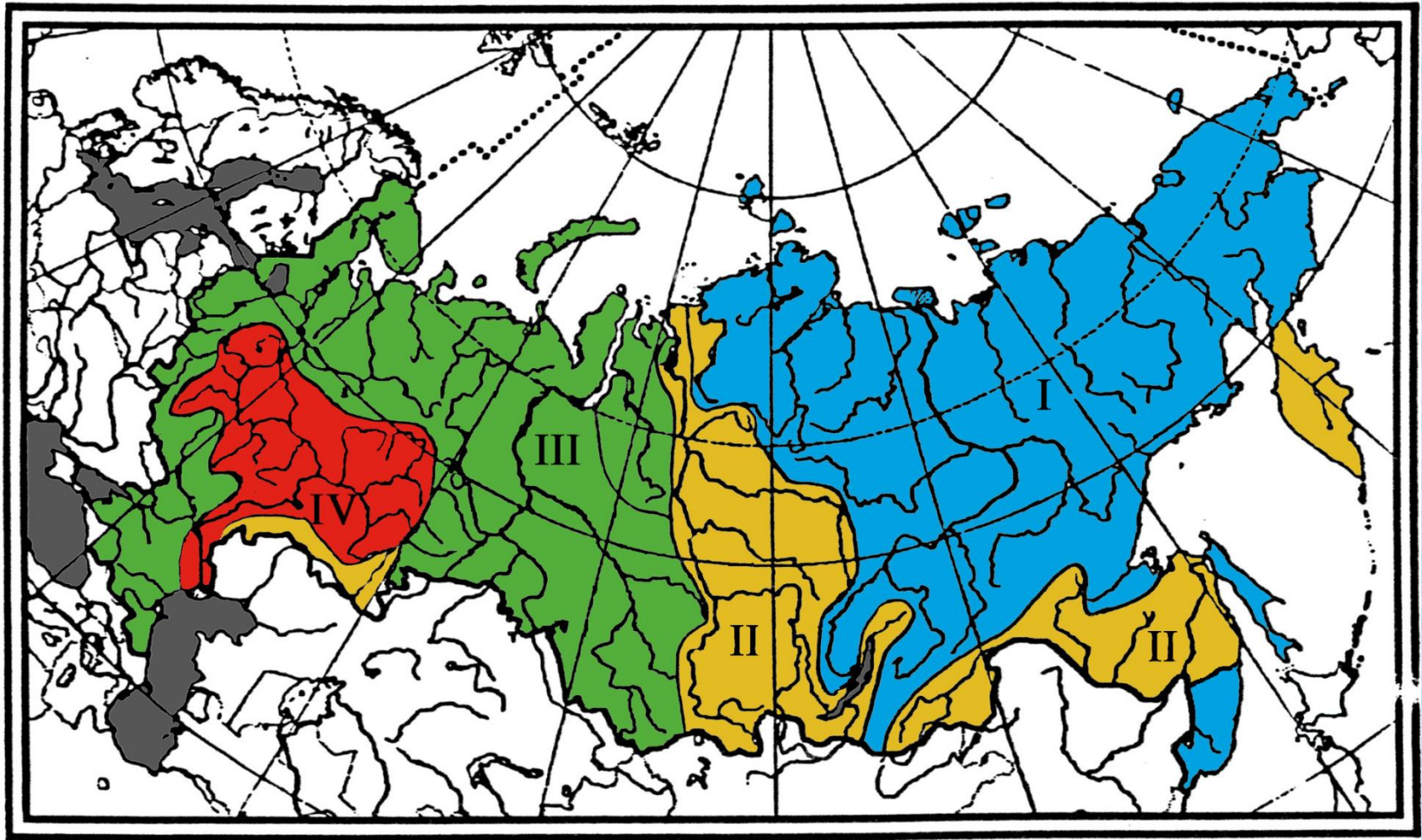
Rhithropanopeus harrisi tridentata



Rapana venosa

St Petersburg Forum, 2017

The distribution of alien fish species in river basins of the Russian Federation (in % to total number, 2003 г.)

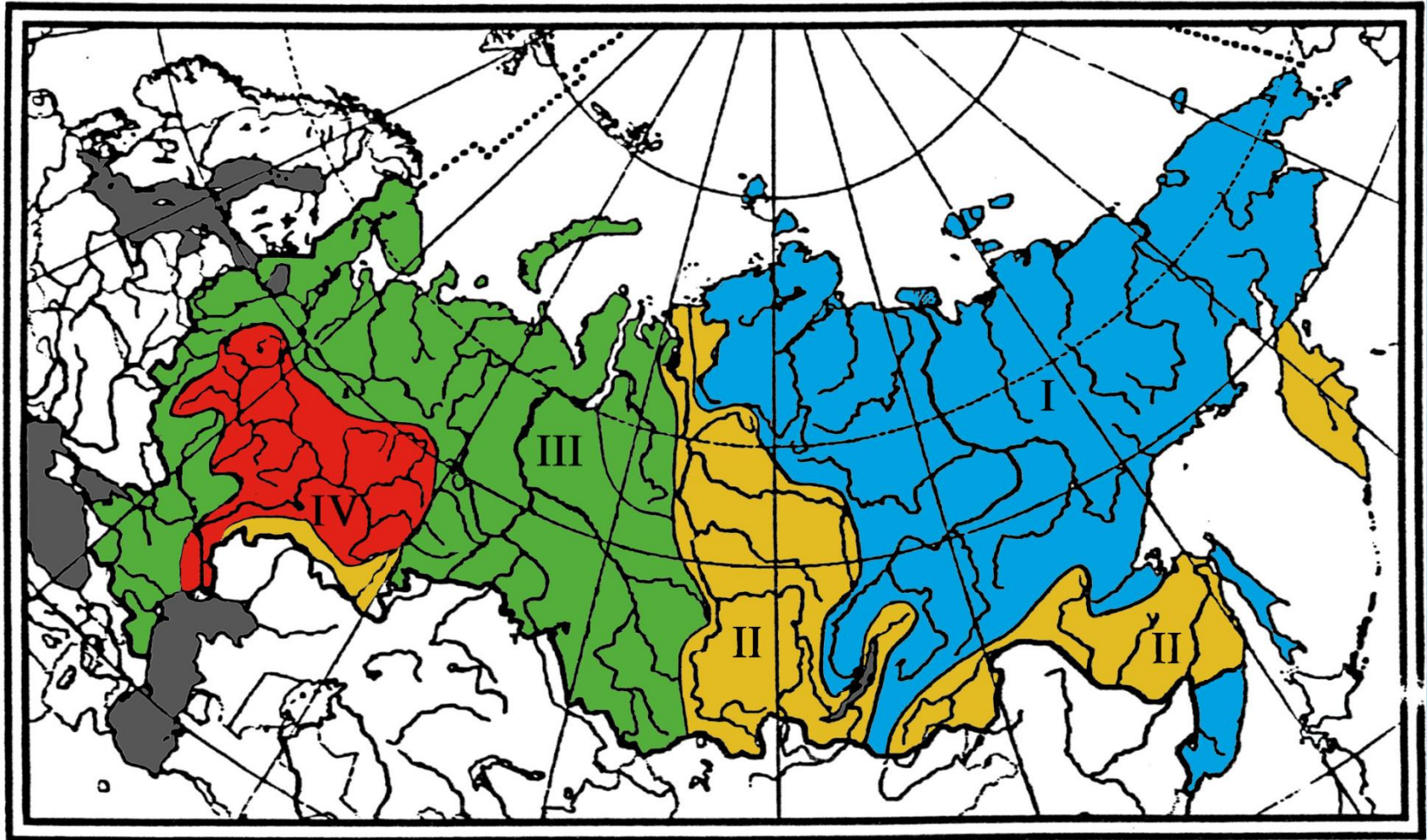


I – up to 1%; II – up to 2,3%; III – up to 6,2%; IV – > 20%

St Petersburg Forum, 2017

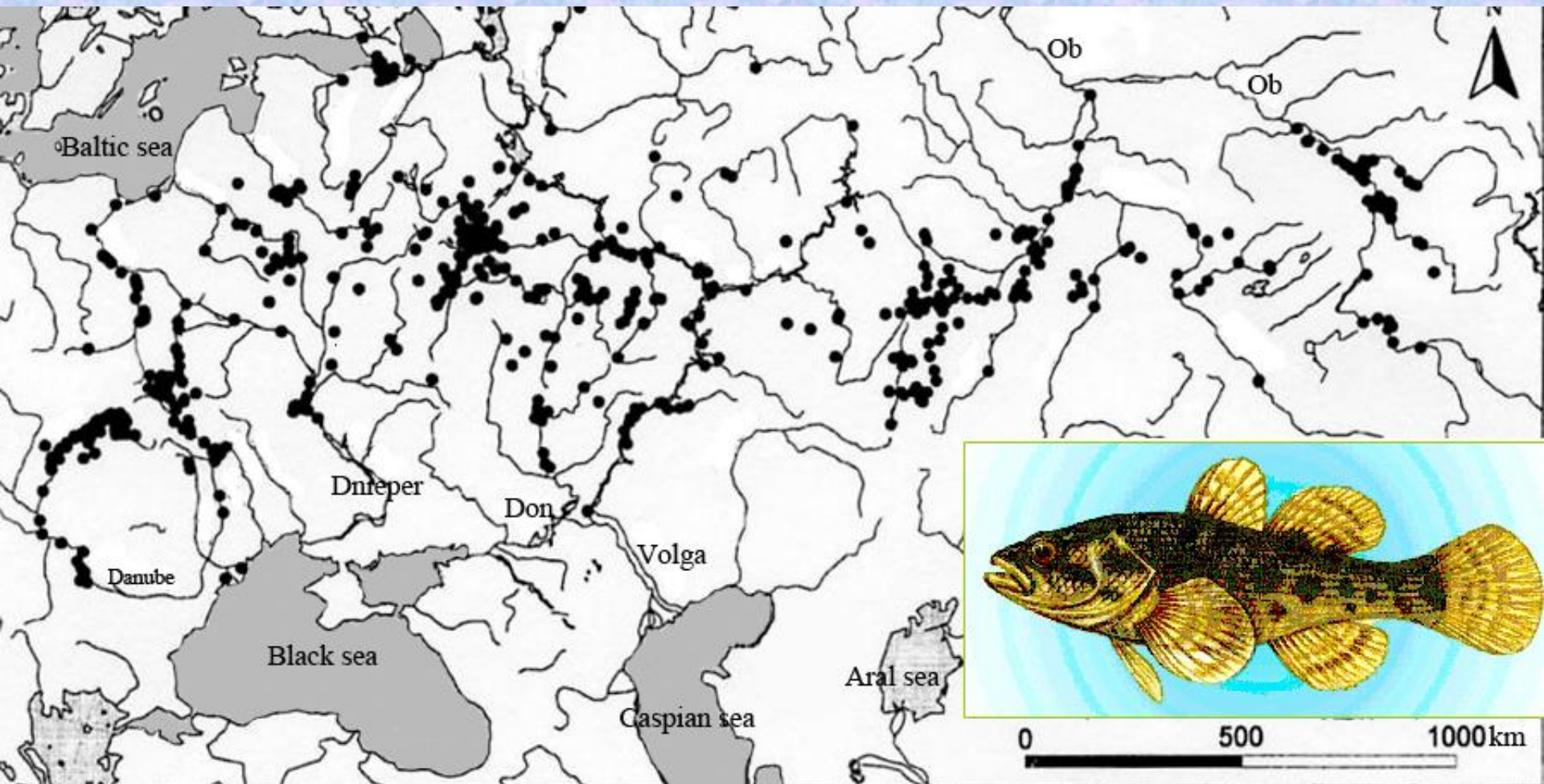
The distribution of alien fish species in river basins of the Russian Federation

(in % to total number, **2015 г.**)



I – up to 5%; II – up to 15-20%; III – up to 20-30%; IV – > 30%

INVASIVE RANGE OF AMUR SLEEPER
Инвазионный ареал ротана головешки
(*Perccottus glenii*) in
(по А.Н.Решетникову, 2009)



Exotic fishes finding near Vladivostok



Prognichthys sealei



Seriola dumerili



Sphoeroides pachygaster



Trigla kuml



Histrio histrio

ВЛИЯНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ ИНВАЗИЙ НА АБОРИГЕННЫЕ ВИДЫ

- 1. Виды-вселенцы могут существенно изменять местообитания аборигенных видов (особенно когда виды-вселенцы являются «ключевыми видами» сообщества).
- 2. Виды-вселенцы могут становиться конкурентами аборигенных видов и вытеснять их.
- 3. Виды-вселенцы могут стать хищниками по отношению к аборигены видам и также вытеснять их.
- 4. Виды-вселенцы могут переносить или сами вызывать болезни или быть паразитами аборигенных видов.

ПОСЛЕДСТВИЯ:

ИЗМЕНЕНИЕ БИОРАЗНООБРАЗИЯ, СТРУКТУРЫ
И ФУНКЦИЙ ЭКОСИСТЕМ

St Petersburg Forum, 2017

ECOLOGICAL EFFECTS OF BIOLOGICAL INVASIONS

1. Alien species can considerably change native species habitats (especially when invasive species are “key species” of community) by changing of the ecosystem structure and function.
2. Alien species can be competitors of local species and contribute to their displacement.
3. Alien species can become predators for native species and also promote their displacement.
4. Alien species can carry or themselves cause diseases or parasite infections of aboriginal species.

CONSEQUENCES:

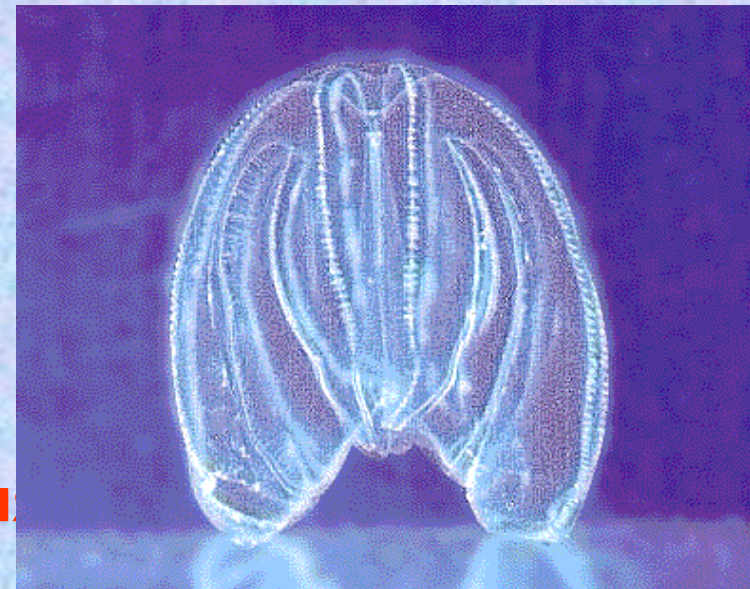
CHANGES IN ECOSYSTEM STRUCTURE AND FUNCTIONS

Гребневик (*Mnemiopsis leidyi*)

Проникновение: с балластными водами с Атлантического побережья Северной Америки в Черное и Азовское моря (начало 1980-х гг.), Каспийское море (конец 1990-х гг.), Балтийское море (2005), Средиземное море (2009)
Азовско-Черноморский бассейн:
общее количество планктона
снизилось в 2-2,5 раза,
личинок донных животных - 2-10 раз

Типичный ключевой вид

Ежегодные экономические потери
для рыболовства в Черном и
Азовском морях в 1990-х гг. составл
250 млн. долл. США в год



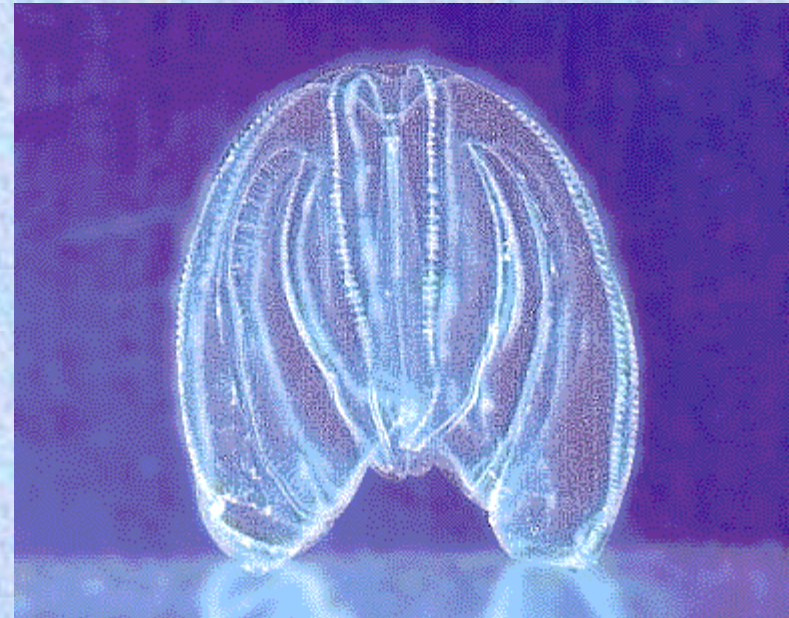
Ctenophore (comb jelly) (*Mnemiopsis leidyi*)

Penetration: with the ballast waters from the Atlantic coast of North America into the Black Sea and Sea of Azov (the beginning of the 1980s), then to the Caspian Sea (the end of the 1990s), Baltic Sea (2005), Mediterranean Sea (2009)

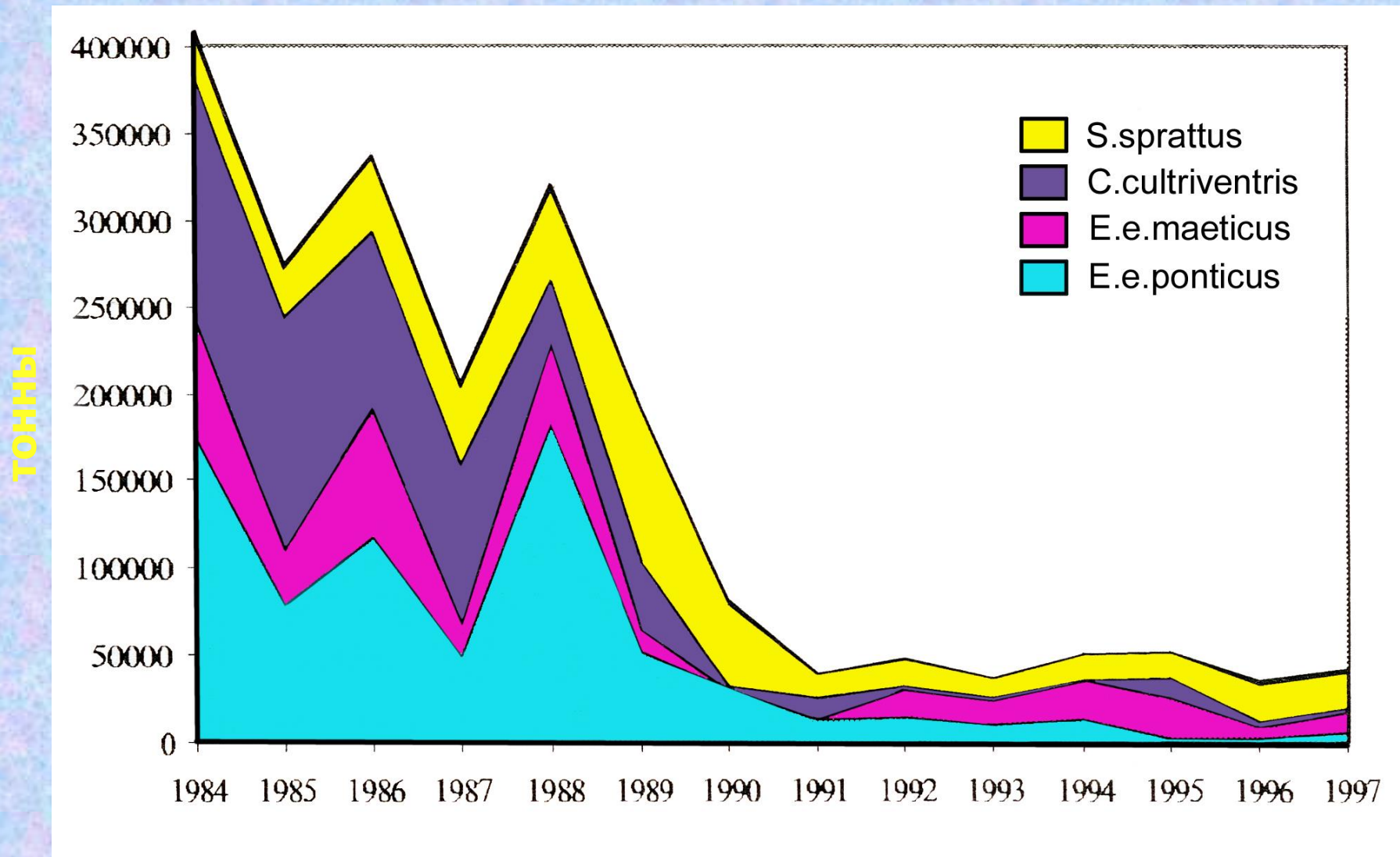
The Azov-Black seas basin:
reduced a total number of plankton 2-2.5 times,
larvae bottom animals 2-10 times.

The typical key-stone species

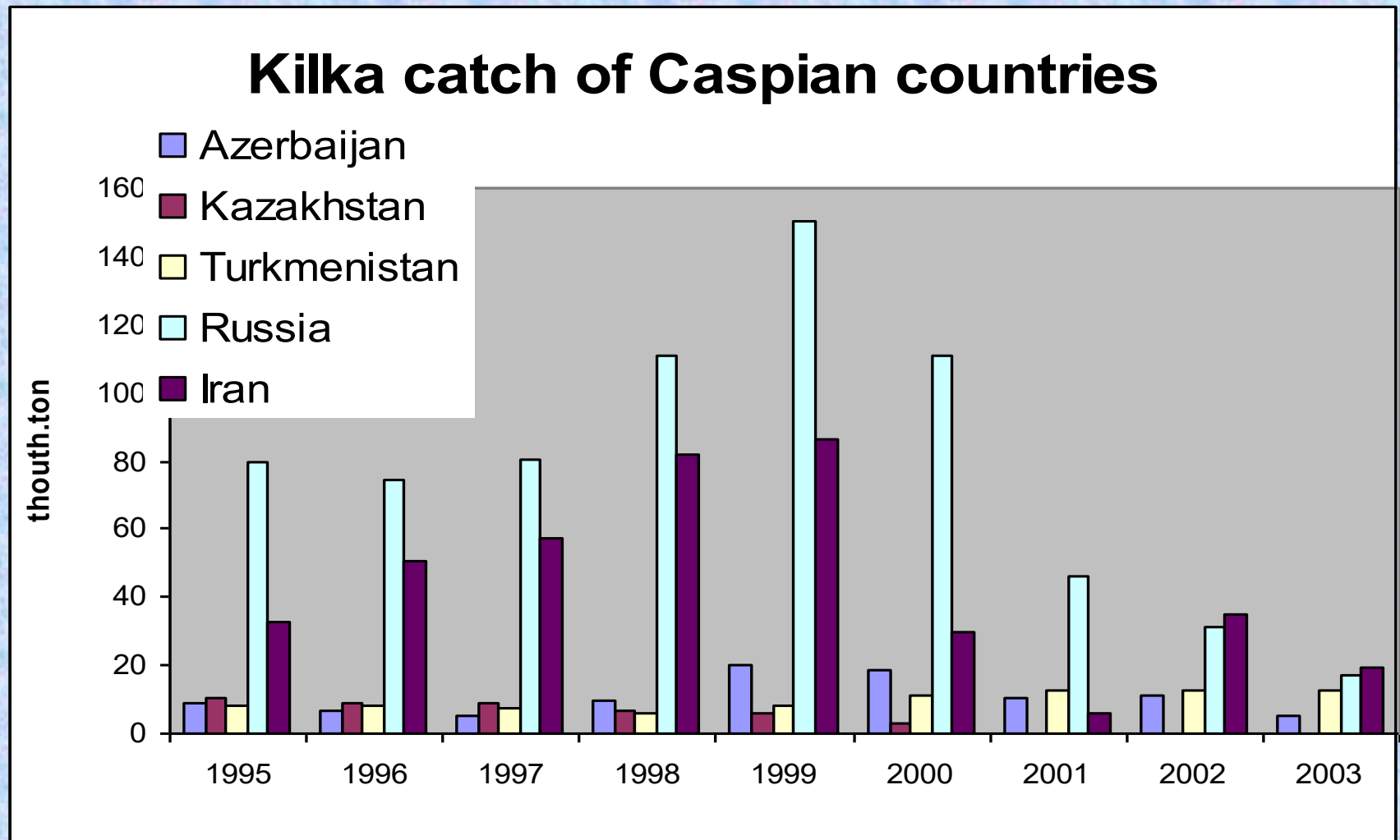
The annual economic losses for fishing in the Black Sea and Sea of Azov in 1990s), were \$250 million per year



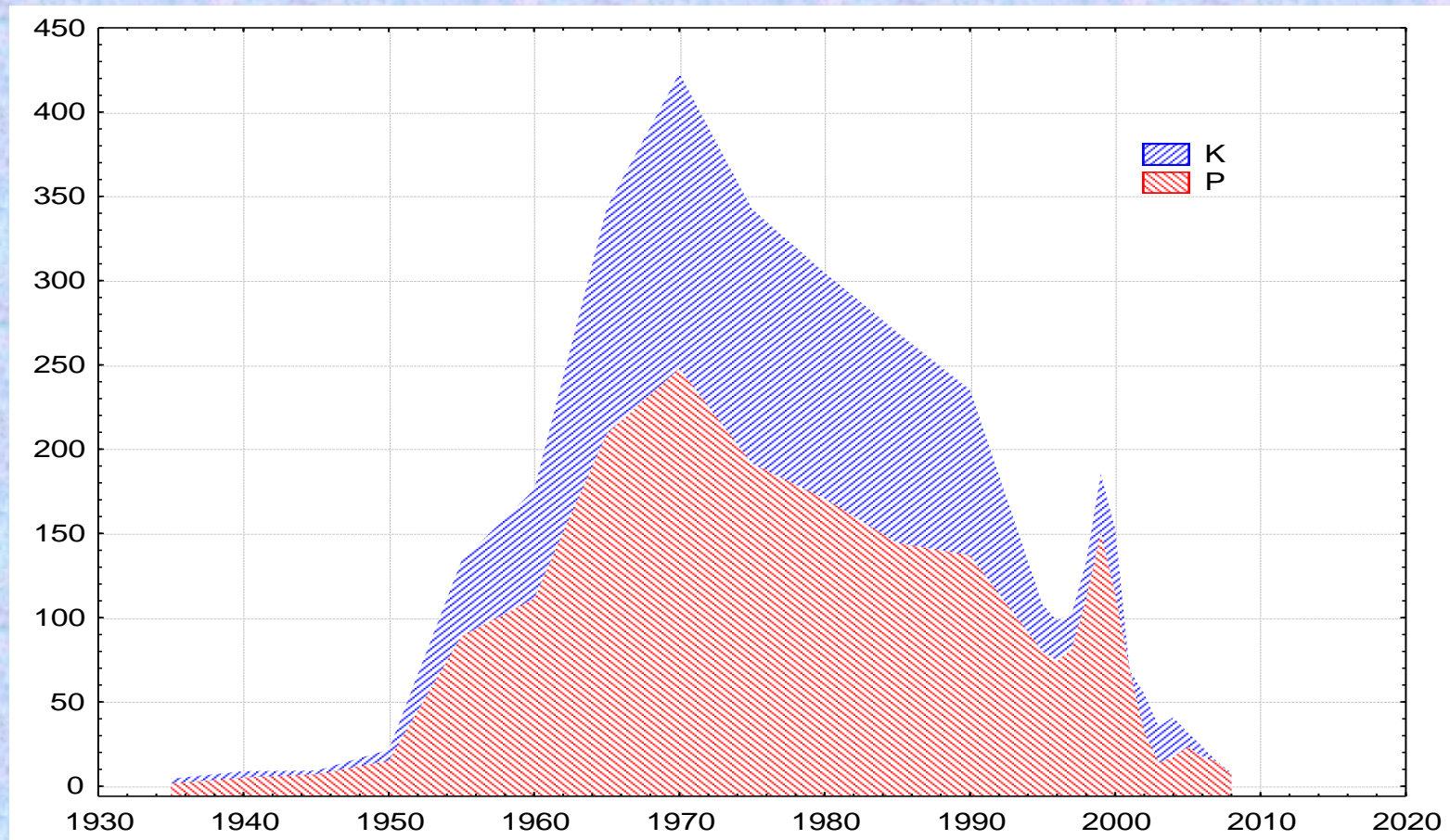
CHANGES IN THE CATCHES OF PLANKTON-EATING FISHES OF BLACK SEA



Catches of three species of kilka by all the Caspian Countries



Total (K) and Russian (P) catches of the Anchovy kilka (*Clupeonella engrauliformis*) dynamic (thousand tons)



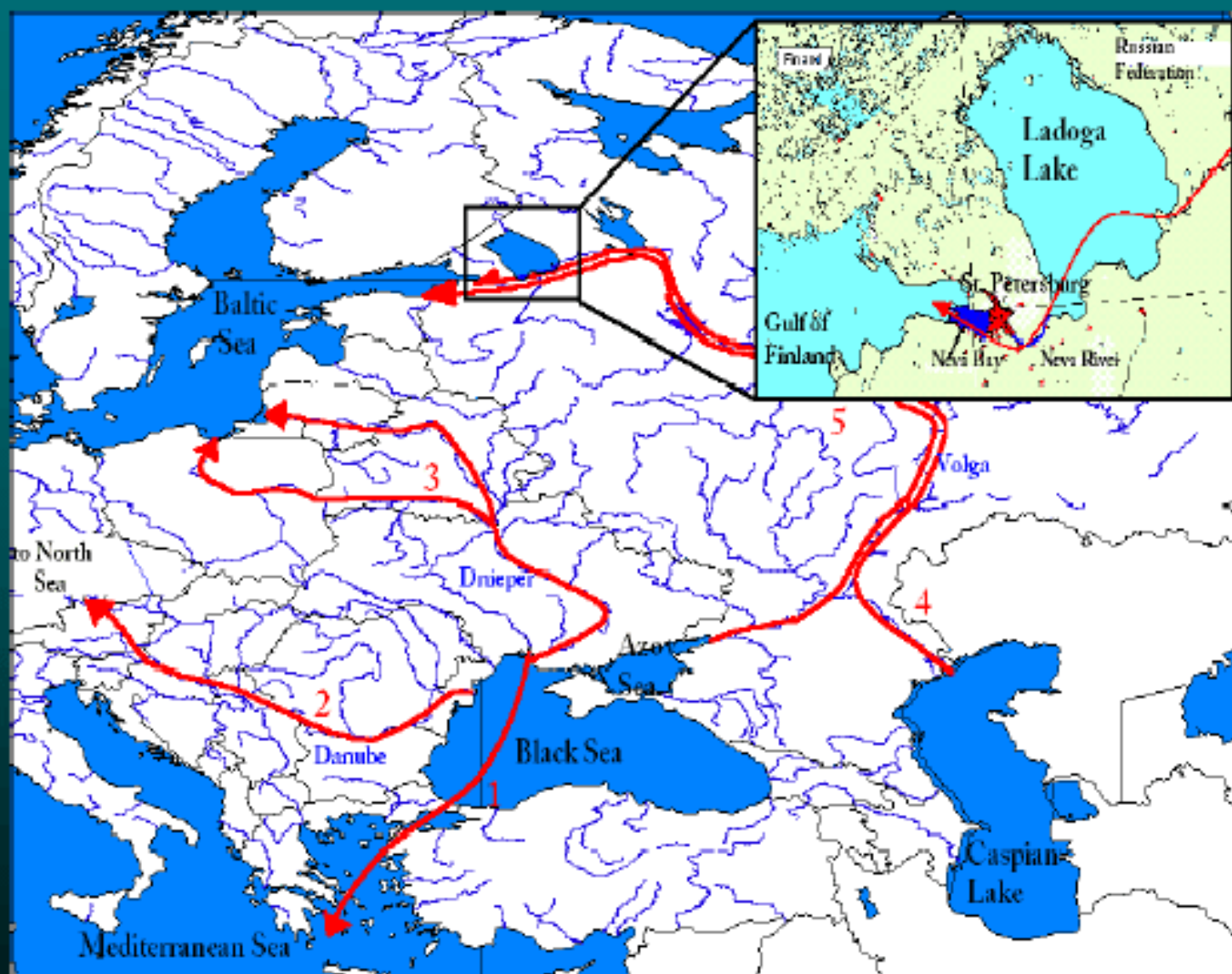
ВАЖНЕЙШИЕ КОМПОНЕНТЫ ОЦЕНКИ РИСКА БИОЛОГИЧЕСКИХ ИНВАЗИЙ

- 1. Установление коридоров и источников инвазий**
- 2. Установление возможных векторов (способов) инвазий**
- 3. Оценка степени «давления вселенцев»**
- 4. Исследование адаптивных возможностей вида**
- 5. Оценка уязвимости экосистем к инвазиям**

ESSENTIAL COMPONENTS OF PREDICTIVE RISK ASSESSMENT OF BIOLOGICAL INVASIONS

- 1. Determination of corridors and sources of invasion**
- 2. Determination of vectors**
- 3. Assessment of inoculation rates (propagule pressure)**
- 4. Studies of invasive species biological traits**
- 5. Assessment of the ecosystem vulnerability to invasions**

Invasion 'Corridors' to the Great Lakes



5 invasion corridors may transfer Ponto-Caspian species to the Great Lakes

MacIsaac, Grigorovich & Ricciardi,

Main pathways of non-native species introduction into the Black Sea with shipping



Numbers and volume of vessels passing Bosphorus

Year	Numbers	Mean volume of ballast ($\text{m}^3 \times 10^6$)
1938	4500	7500
1985	24100	105500
1996	49952	156057
2001	56000	11000000

БАЛЛАСТНЫЕ ВОДЫ



Ежедневно с
балластными
водами по
Земному шару
перевозится
**7 тысяч живых
организмов**

BALLAST WATERS



7 thousand living organisms are transported with ballast waters on the globe daily

Основные шаги по управлению инвазионным процессом

- Предупреждение
- Раннее выявление и быстрый ответ
- Уничтожение
- Сдерживание
- Мониторинг



Basic steps to manage the invasive process

- **A warning**
- **Early detection and rapid response**
- **Eradication**
- **Containment**
- **Monitoring**



Контроль балластных вод



- Рекомендации (Voluntary Guidelines (1993/1997)
- Международной морской организации (IMO) :
 - минимизация объемов забираемых балластных вод
 - регулярная чистка танков
 - избегание не необходимых выпусков
 - стимулирование обмена воды в открытом океане
 - стимулирование выпуска воды в специальных местах, где осуществляется ее обработка

Ballast Water Control

Recommendations (Voluntary Guidelines (1993/1997) International Maritime Organization (IMO):



- minimization of the volumes of ballast water taken
- regular cleaning of tanks
- avoiding unnecessary releases
- stimulating the exchange of water in the open ocean
- stimulation of water discharge in special places where it is processed

Способы замены балластных вод

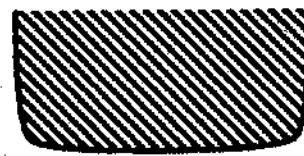
Ballast water exchange methods



original water



empty



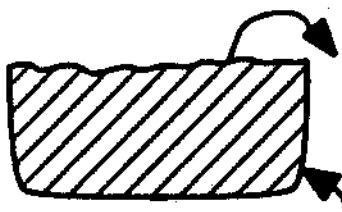
new ocean water

Option 1.

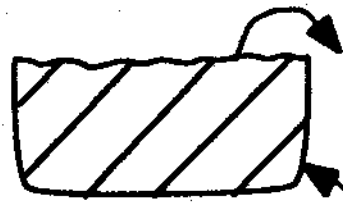
emptying + refilling (Reballasting)



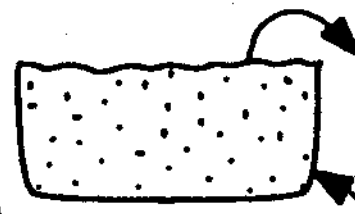
original water



1 tank exchange



2 tank exchanges



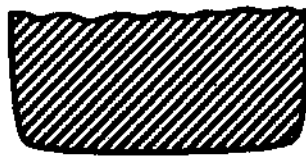
3 tank exchanges

Option 2.

Continuous flushing (Ballast exchange)

Ways of replacing ballast water

Ballast water exchange methods



original water



empty



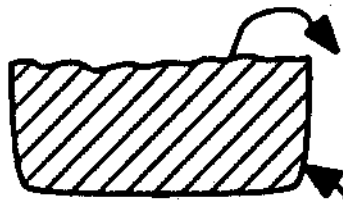
new ocean water

Option 1.

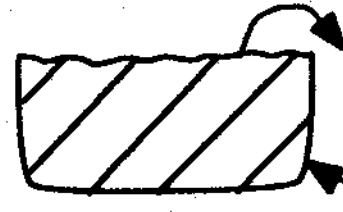
emptying + refilling (Reballasting)



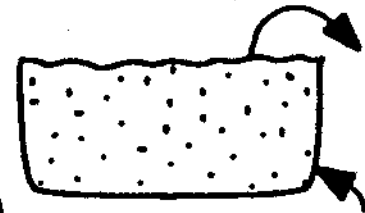
original water



1 tank exchange



2 tank exchanges



3 tank exchanges

Option 2.

Continuous flushing (Ballast exchange)

Изменение общего улова рыб Россией в Черном море после появления вселенца гребневика *Beroe ovata* (Volovik, Agarov, 2003)



Change in the total catch of fish in Russia in the Black Sea after the invasion of the ctenophore *Beroe ovata* (Volovik, Agapov, 2003)



В случае России следующие обстоятельства способствуют инвазионному процессу:

- **(1) большая протяженность территории, которая охватывает несколько биогеографических подразделений;**
- **(2) отсутствие надлежащего контроля за переносом живых организмов в пределах страны;**
- **(3) наличие многих путей для инвазий;**
- **(4) высокий уровень антропогенного воздействия, включая строительство новых и уничтожение старых мест обитания, эвтрофирование и интенсификацию транспорта;**
- **(5) продолжение политики преднамеренного внедрения живых организмов;**
- **(6) плохо развитое соответствующее законодательства и т. д.**

In case of Russia following circumstances are promoting the invasion process :

- **(1) large extent of the territory, which covers several biogeographic subdivisions;**
- **(2) absence of proper control for transfer of living organisms within the country limits;**
- **(3) the presence of many pathways for invasion;**
- **(4) high level of human activity including construction new and destruction old habitats, eutrophication, and intensification of transportation;**
- **(5) continuation of the policy of intentional introduction of living organisms;**
- **(6) poorly developed relevant legislation, etc.**

ДРУГИЕ ФОРМЫ БИОЛОГИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

- Проникновение в окружающую среду
организмов из лабораторий и
биотехнологических комплексов, включая**
- болезнетворных микроорганизмов и**
 - генетически модифицированных
организмов**

OTHER FORMS OF BIOLOGICAL POLLUTION

The penetration into the environment of organisms from laboratories and biotechnological complexes, including

- pathogenic microorganisms and**
- genetically modified organisms**

**Первый трансгенный лосось продан
американской фирмой AquaBounty Technologies**

4,5 тонны рыбы в качестве пищи в Канаде

(Nature 548, 148 (10 August 2017)

doi:10.1038/nature.2017.22116)



St Petersburg Forum, 2017

First transgenic salmon sold
US firm AquaBounty Technologies sells 4.5 tonnes
of fish as food in Canada
(Nature 548, 148 (10 August 2017)
doi:10.1038/nature.2017.22116)



Заключение

Контроль видов-вселенцев - это сложная задача, требующая специфичного подхода в каждом отдельном случае.

Выработке эффективных мер по борьбе с чужеродными видами должны предшествовать углубленные исследования как образа жизни вселенца, так и экосистемы-реципиента.

Общие подходы в решении задач контроля видов-вселенцев:

- превентивные меры борьбы,**
- замедление процесса вселения,**
- создание условий по нейтрализации негативного воздействия чужеродного вида на аборигенные виды организмов и сообщества.**

Conclusions

Control of alien species is a complex task that requires a specific approach in each individual case.

The development of effective measures to combat alien species should be preceded by rigorous studies of both the life of the invader and the recipient ecosystem.

General approaches to addressing control of invasive species: - preventive control measures, - slowing the process of invasion, - creating conditions to neutralize the negative impact of alien species on native species of organisms and the ecosystems.



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ





**THANK YOU FOR YOUR
ATTENTION!**

