

ФАКТОР ПРОСТРАНСТВА В  
ОТОБРАЖЕНИИ И АНАЛИЗЕ  
ПОПУЛЯЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ.

## Модель пространственно-временной динамики фитопланктона

$$\frac{\partial C}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left( K_x \frac{\partial C}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( K_y \frac{\partial C}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left( K_z \frac{\partial C}{\partial z} \right) + \gamma C$$

Где  $C(x, y, z, t)$  - концентрация фитопланктона,  $K_x, K_y, K_z$  - коэффициенты турбулентного обмена вдоль соответствующих координат,  $t$  - время

Уравнение, описывающее изменение численности фитопланктона:

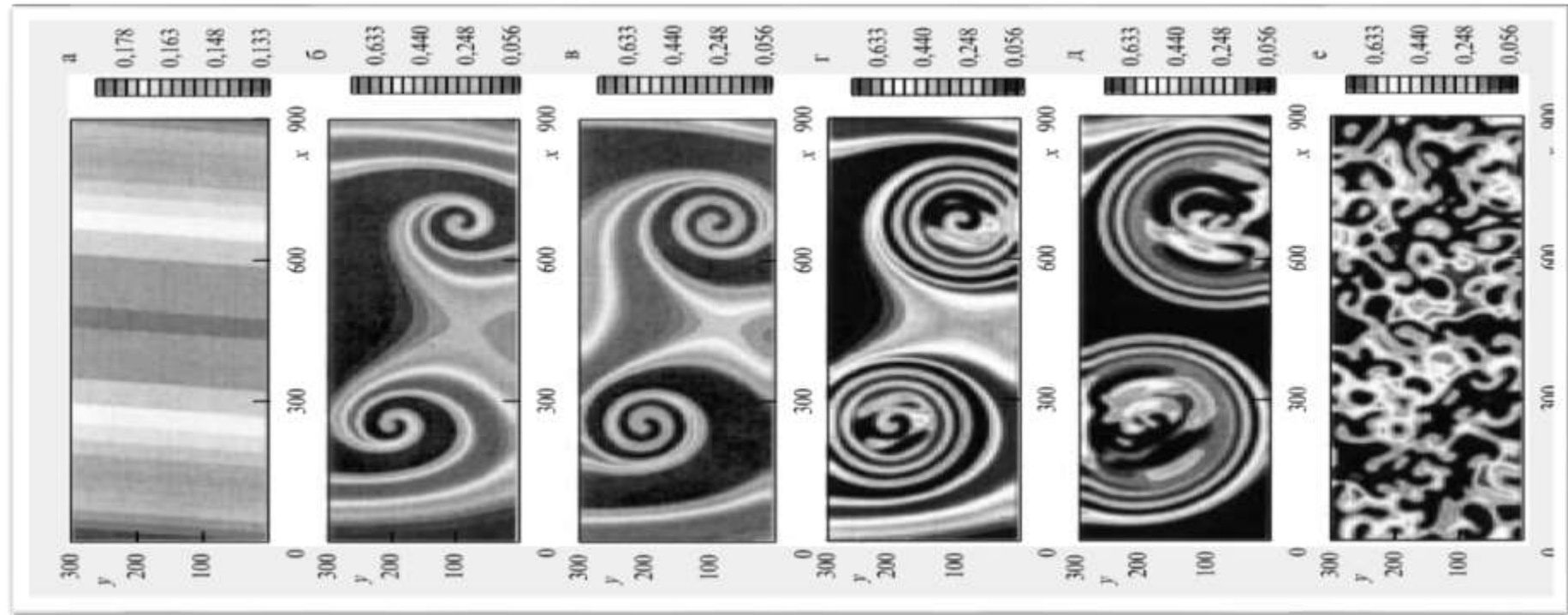
$$\frac{dP}{dt} = (P_h - R - G)$$

Где  $P_h$  - скорость фотосинтеза,  $R$  - скорость дыхания,  $G$  - скорость выедания,

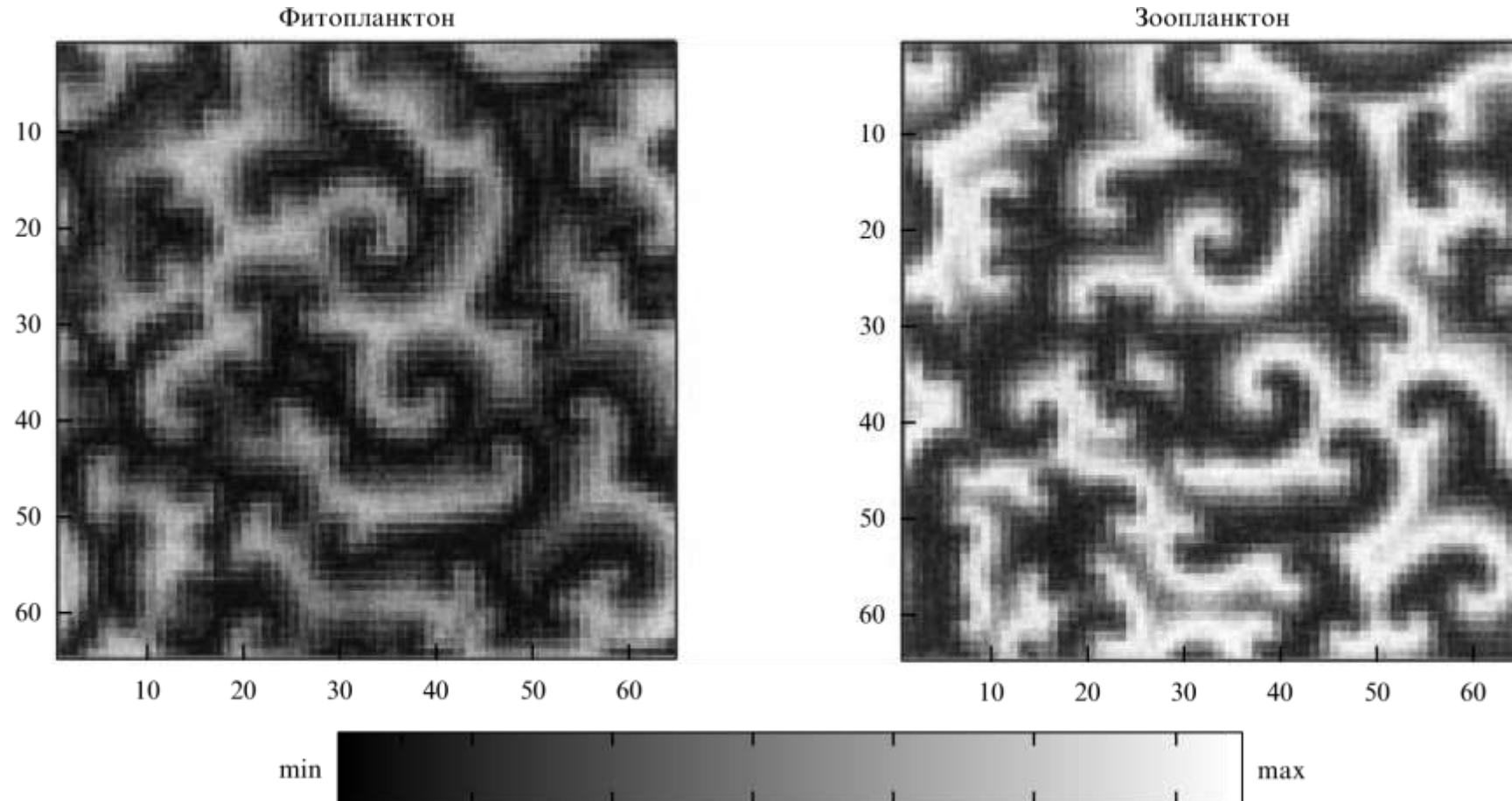
$$(P_h - R - G) = \gamma$$

Пространственное распределение фитопланктона в моменты а)  $t=0$ , б)  $t=120$ ,  
в)  $t=160$ , г)  $t=300$ , д)  $t=400$  и е)  $t=1000$ .

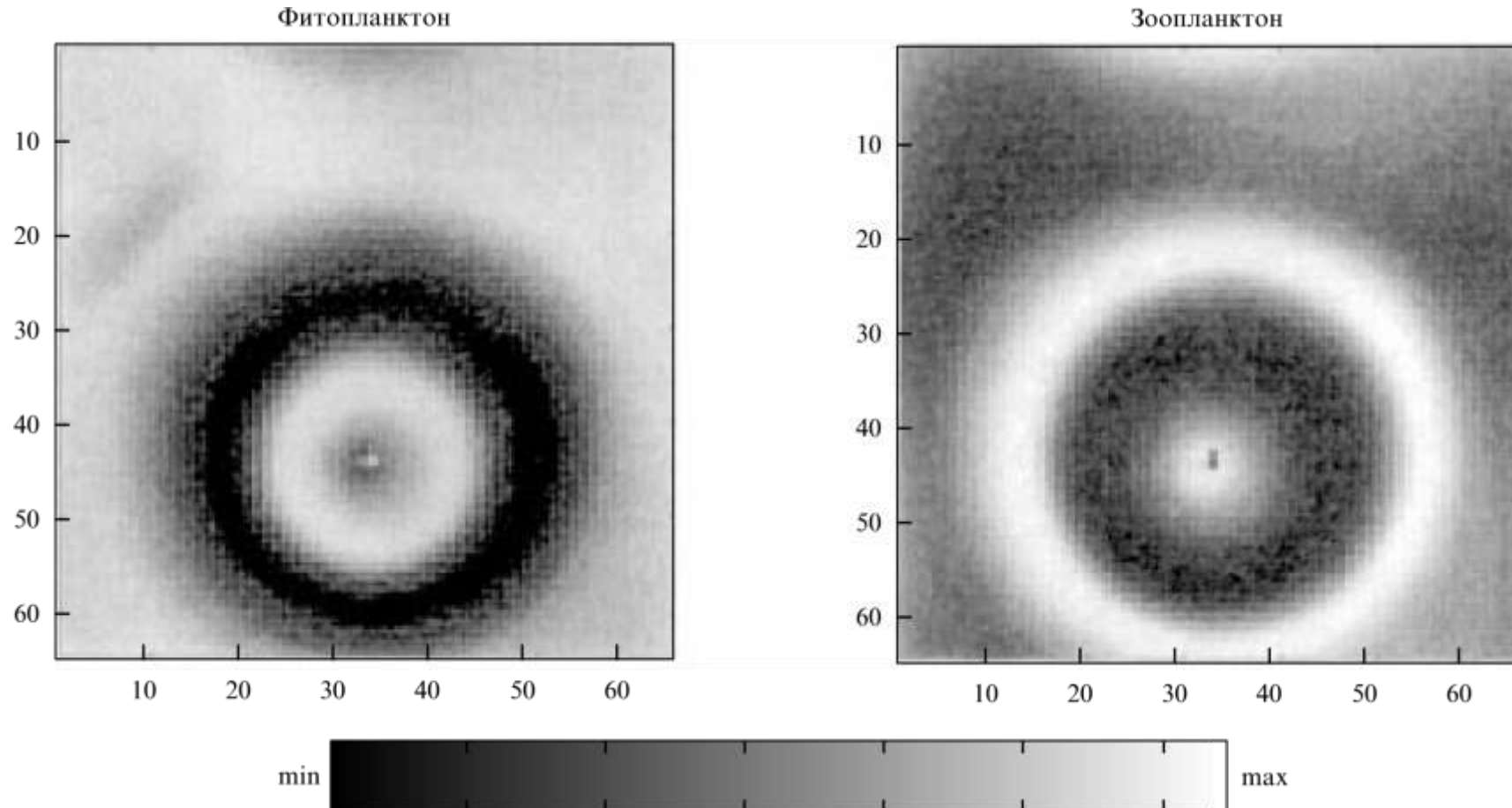
Иррегулярная пятнистая структура возникает в результате разрушения спиралей.



# Взаимодействие планктона и рыбы



При малых значениях скорости потребления рыбой подвижность стаи резко падает и спиральные структуры не возникают. В этом случае формируются точечные источники.



**Phenomenological  
approach**



**Reaction-diffusion  
models**



**Large scale  
phenomena**

**Mechanistic  
approach**

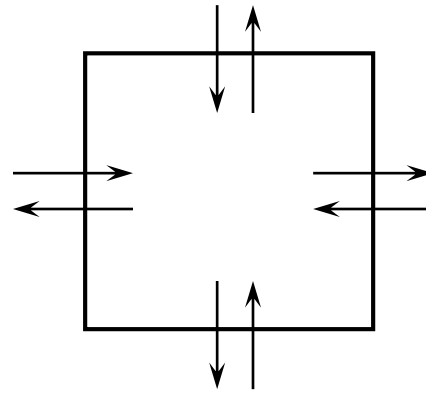


**Individual-based  
models**



**Local scale  
phenomena**

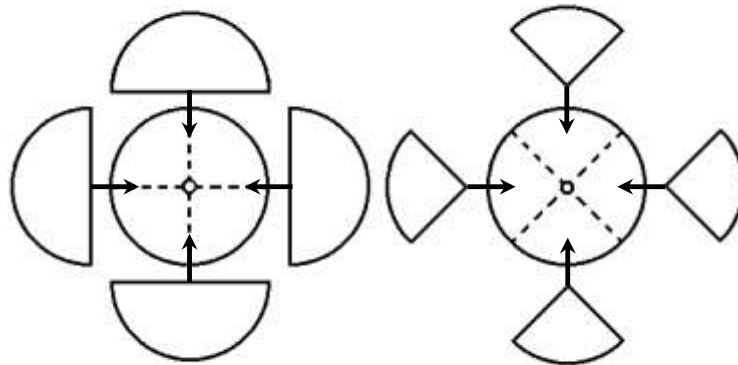
# THE MODEL



- ***Configuration***: 2-D lattice  $200 \times 200$  pixels
- ***Boundary conditions***: periodic
- ***Environmental conditions***: constant
- ***Interactions***: 2 species - consumer and resource

# CONSUMERS

- *Initial distribution*: random
- *Motivation*: maximize feeding rate
- *Orientation*: circular perception area
- *Locomotion*: fixed speed of 1 pixel per t.s.
- *Movement direction*: maximum resource density
- *Satiation*: absent

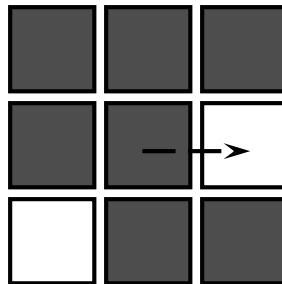


Orientation scheme 1 Orientation scheme 2



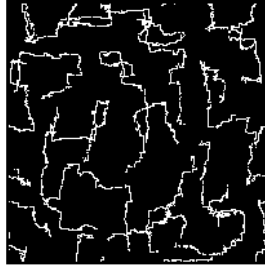
# RESOURCE

- *Initial distribution*: uniform
- *Locomotion*: absent
- *Growth*: absent
- *Mortality*: consumption only
- *Reproduction*:
  - *reproductive potential*: fixed fraction of pixels at each time step
  - *occurrence*: neighboring pixel if empty

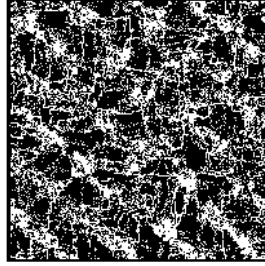


# Spatial dynamics of the consumer-resource system

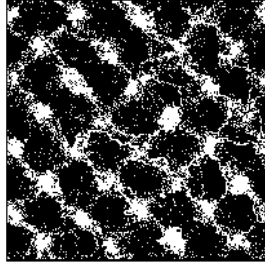
250 time steps



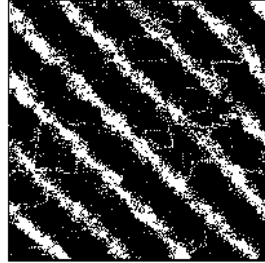
2000 time steps



7000 time steps

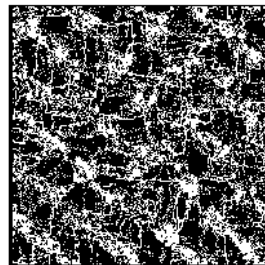


15000 time steps

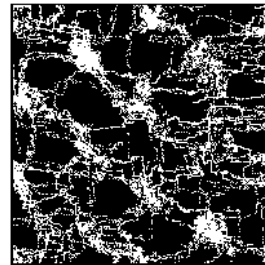


Number of  
consumers  
 $N = 20$

Perception  
area radius  
 $r = 30$  pixels



$r = 30$  pixels



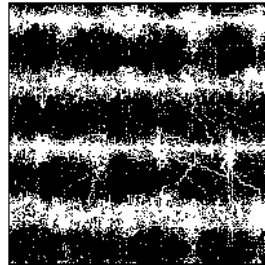
$r = 50$  pixels

# Final spatial distribution under different conditions

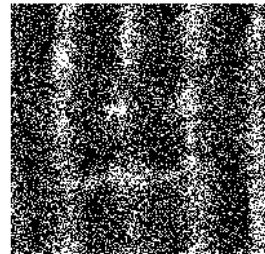
$(N = 20, r = 50)$



**Orientation scheme 1**



**Orientation scheme 2**



**Under turbulent mixing**

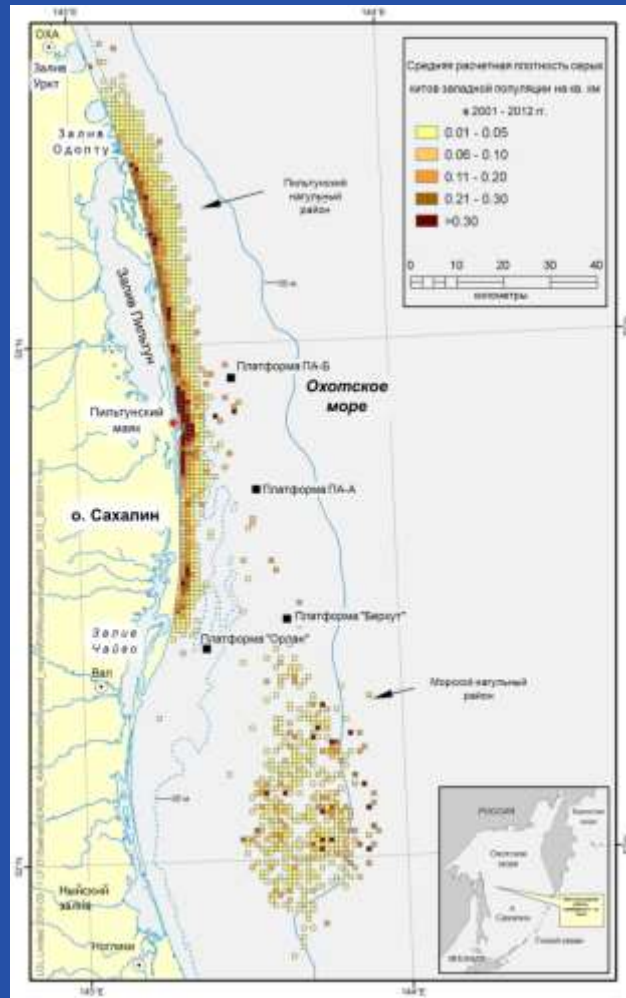




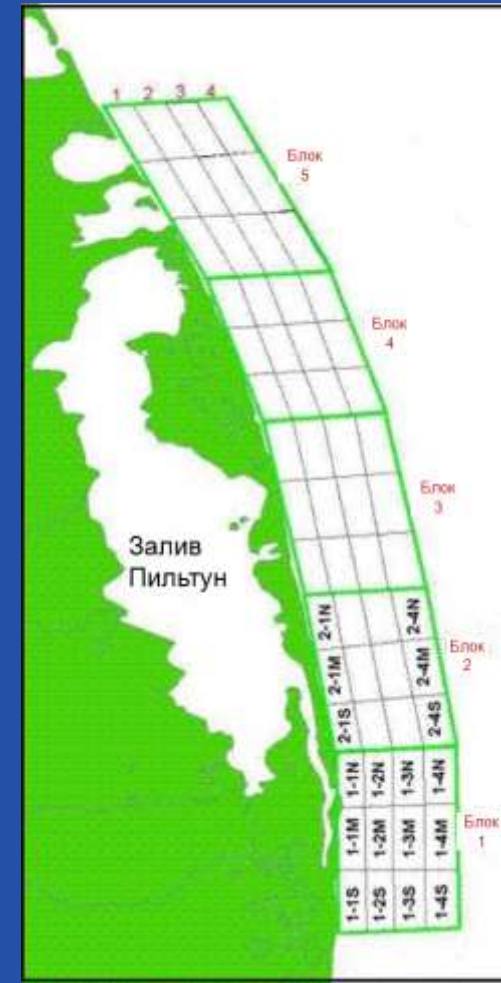
Район нагула китов  
охотско-корейской  
(западной) популяции



# Своеобразие методов регистрации китов и мониторинга их кормовых ресурсов в Пильтунском районе

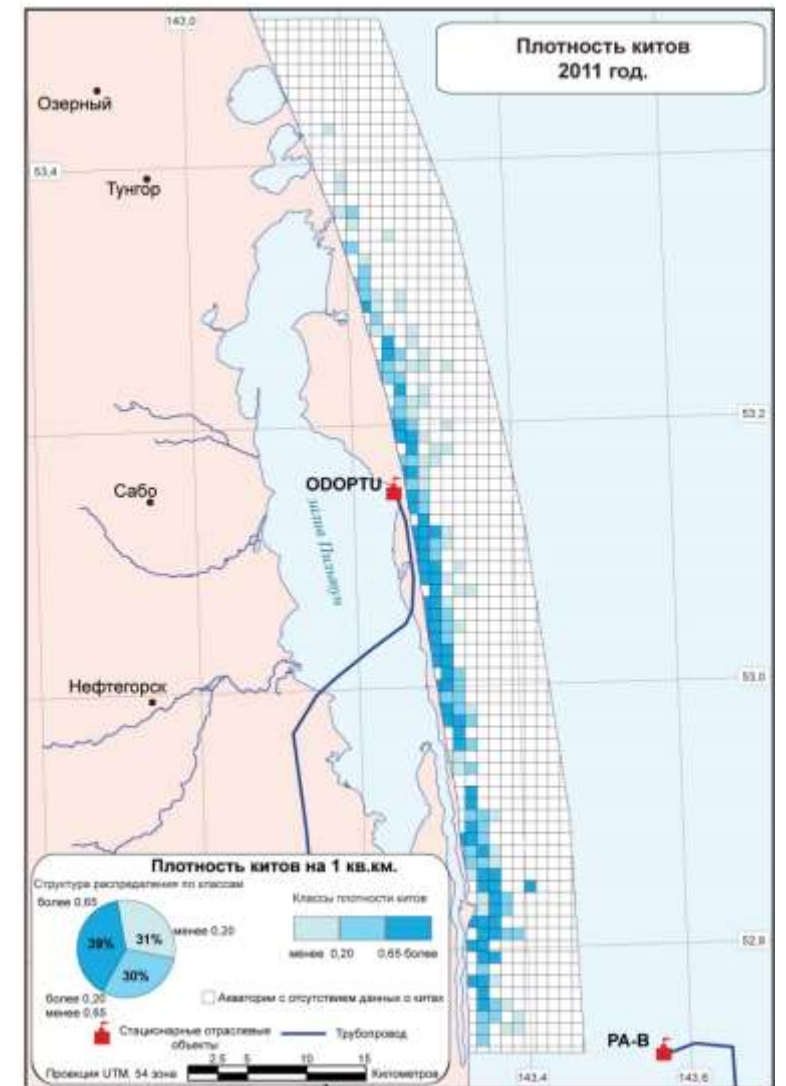
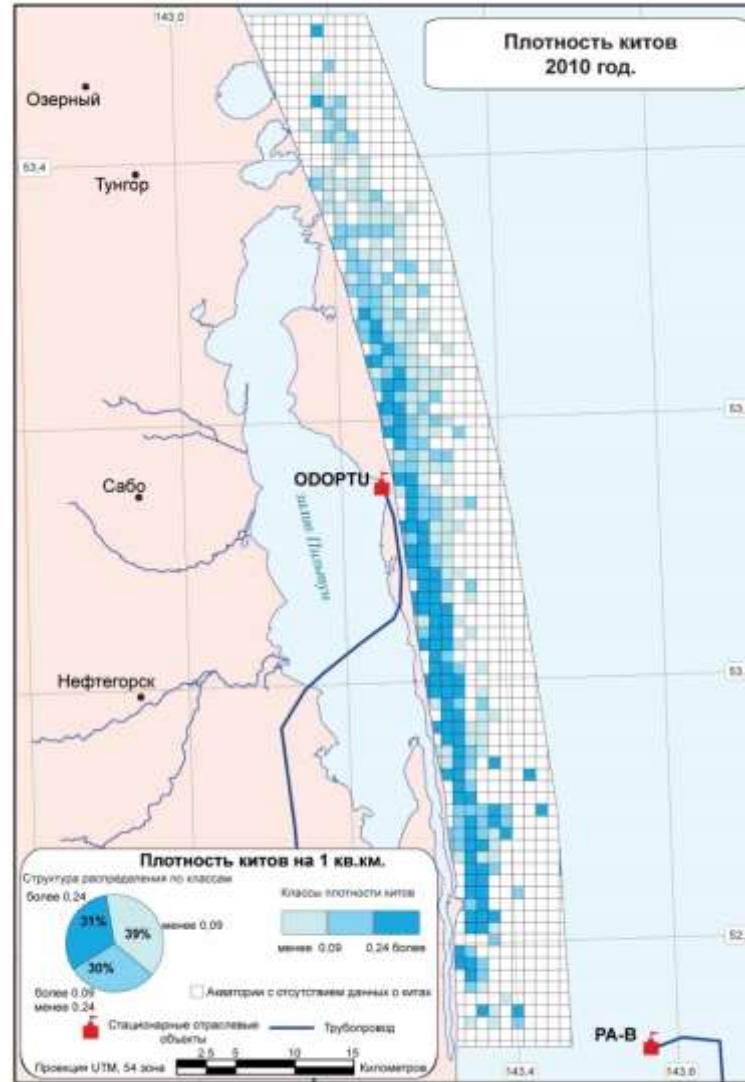
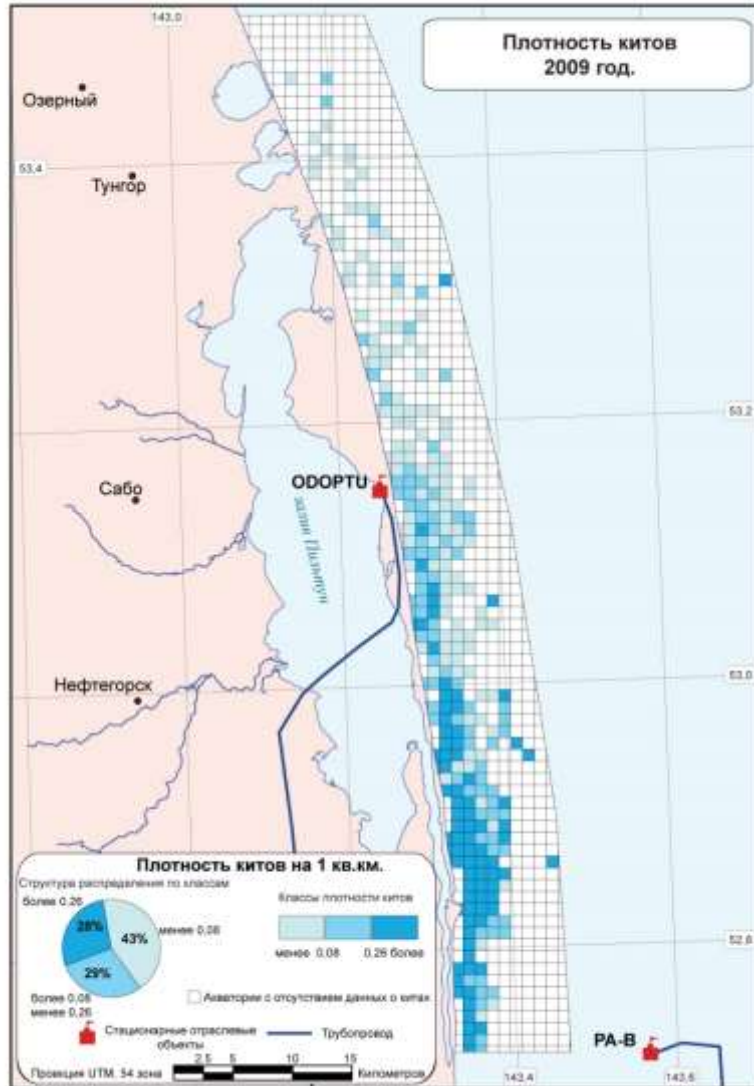


Учетная сетка наблюдений за встречаемостью китов



Учетная сетка наблюдений за обилием донных организмов

# Картографическая оценка встречаемости китов (2009-2011 гг)

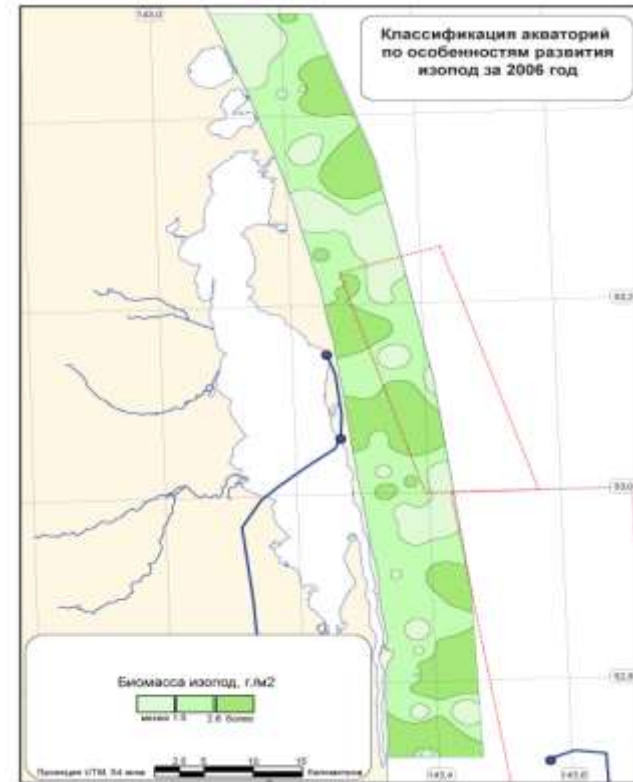
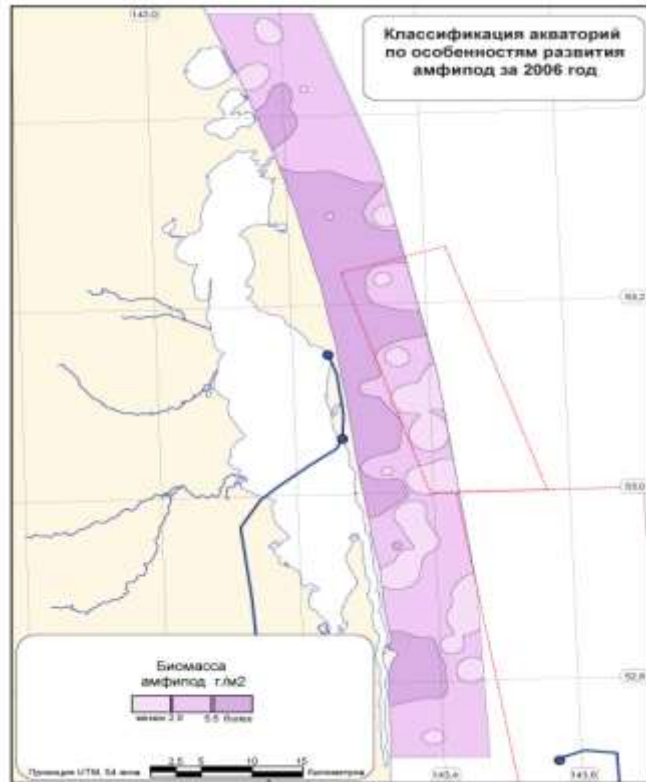


# Картографическая оценка распределения кормового бентоса (2009-2011)





# Результаты моделирования пространственного распределения амфипод (А) и изопод (Б) (2006 г.)



# Классы сочетаний переменных

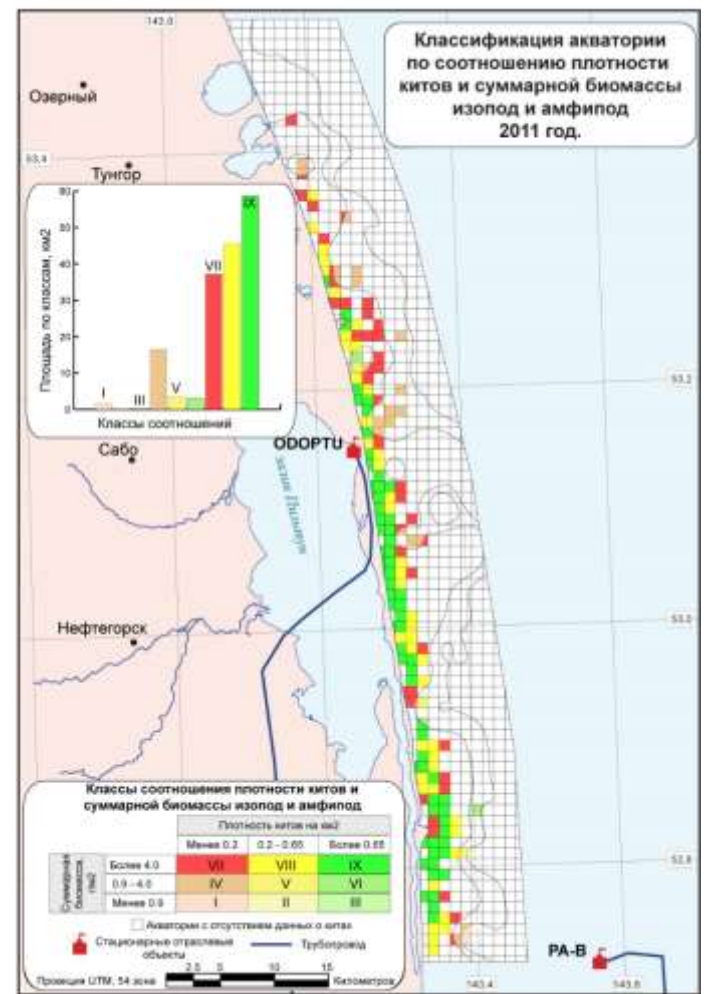
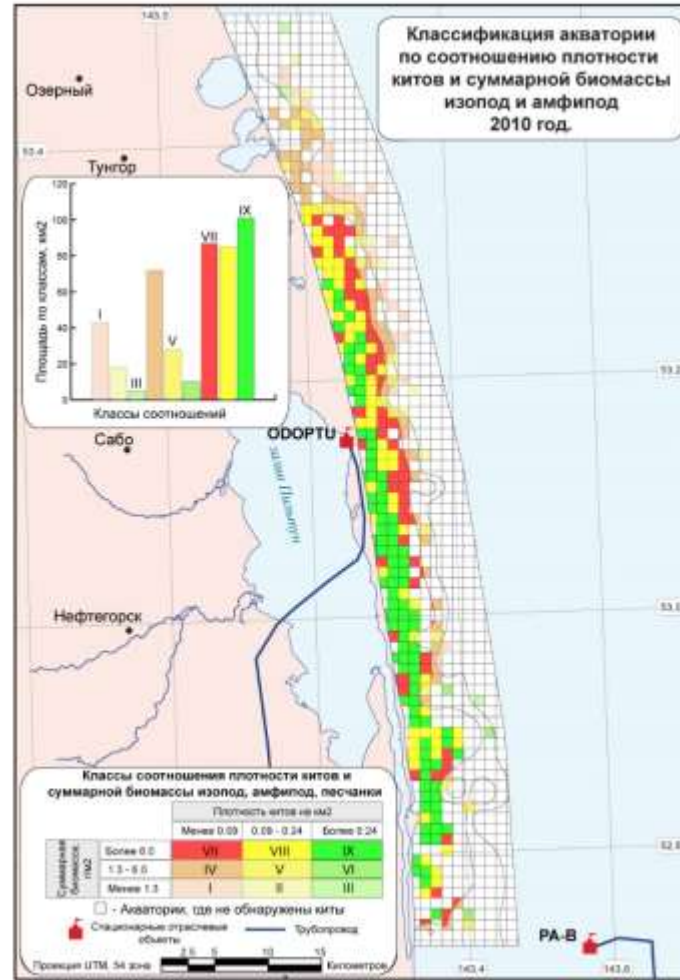
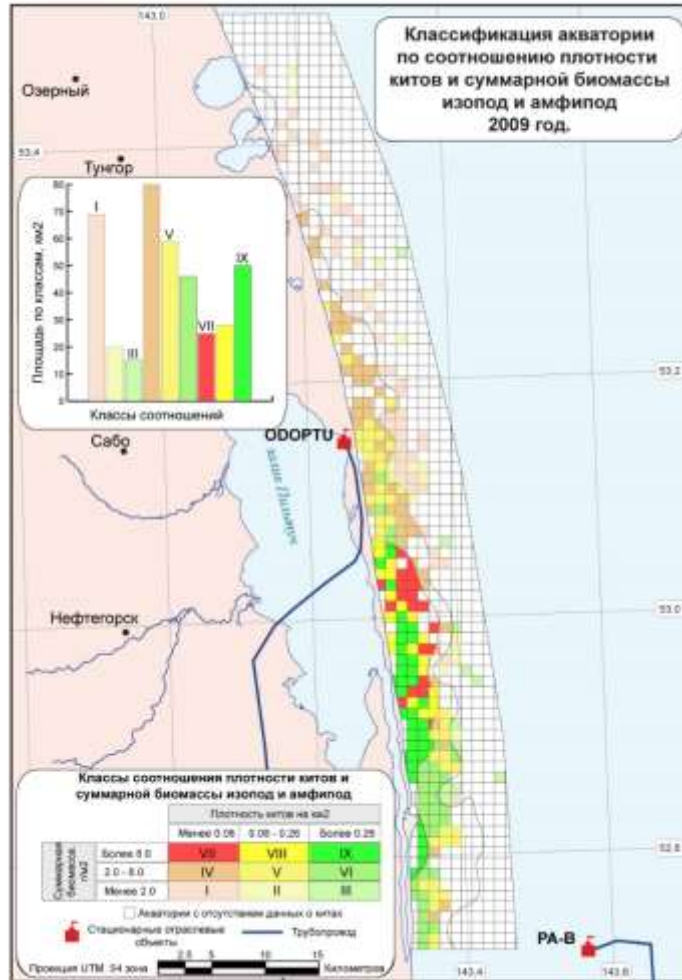
Площади акваторий (км<sup>2</sup>) для каждого сочетания классов плотности китов и суммарной биомассы амфипод и изопод (2002 год)

Биомасса (г/проба)	Плотность китов на км <sup>2</sup>		
	Менее 0.10	0.10 – 0.21	0.21-0.79
Более 13.0	30.12	26.94	33.74
5.1 – 13.0	16.53	5.86	7.56
Менее 5.1	0.57	2.00	1.50

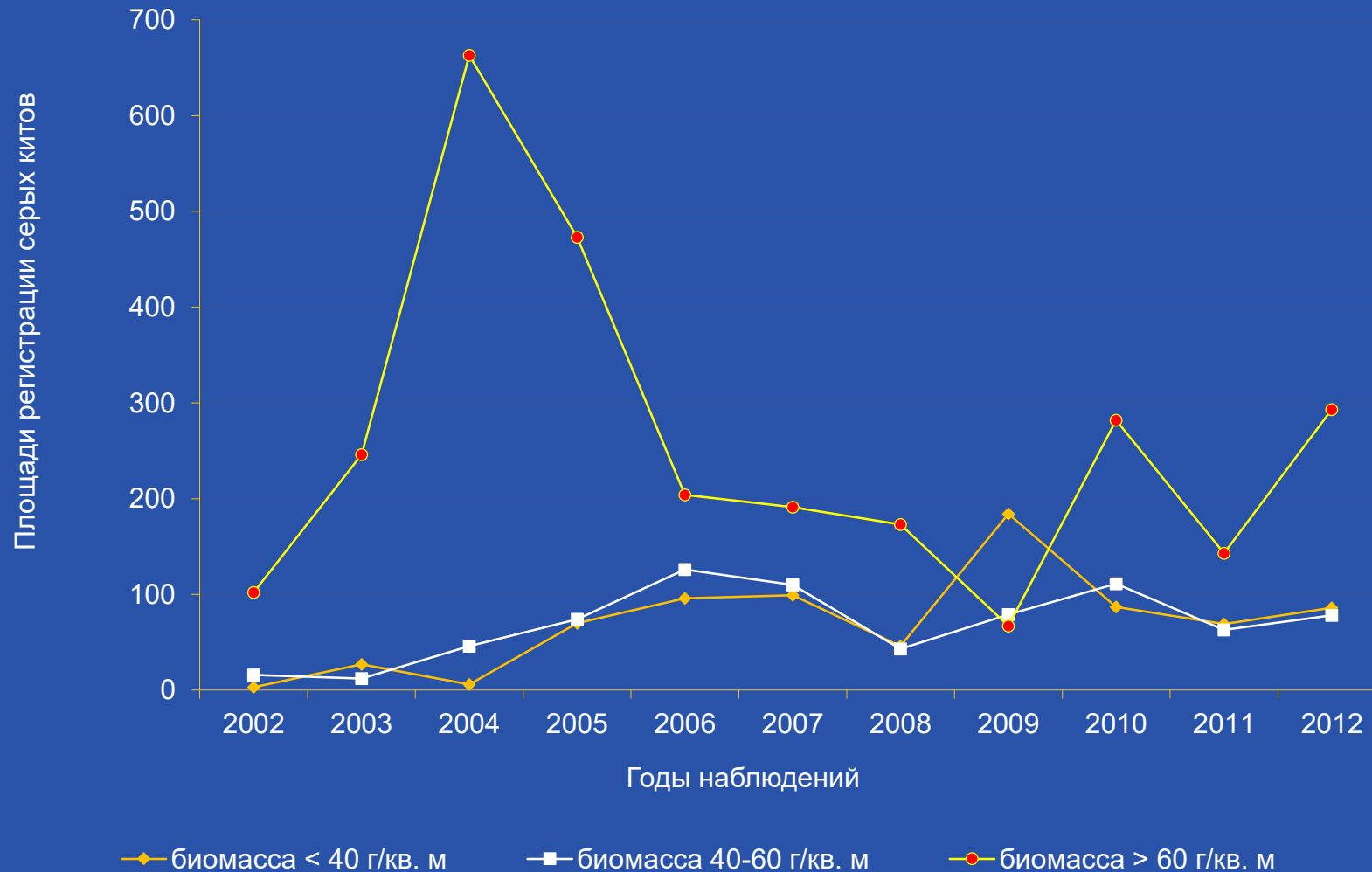
Встречаемость акваторий (%) для каждого сочетания классов плотности китов и суммарной биомассы амфипод и изопод (2002 год)

Биомасса (г/проба)	Плотность китов на км <sup>2</sup>		
	Менее 0.10	0.10 – 0.21	0.21-0.79
Более 13.0	24.13	21.58	27.02
5.1 – 13.0	13.25	4.70	6.06
Менее 5.1	0.46	1.60	1.20

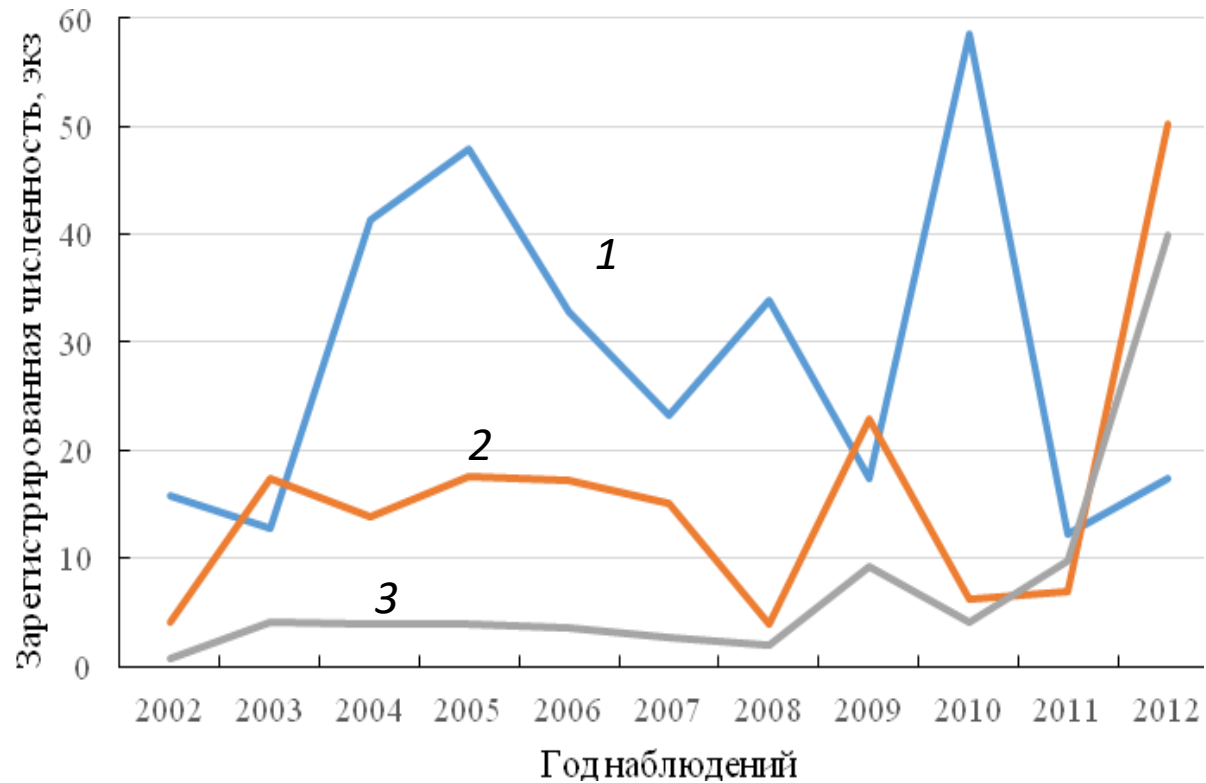
# Карты сопряжений в систем «киты – бентос»



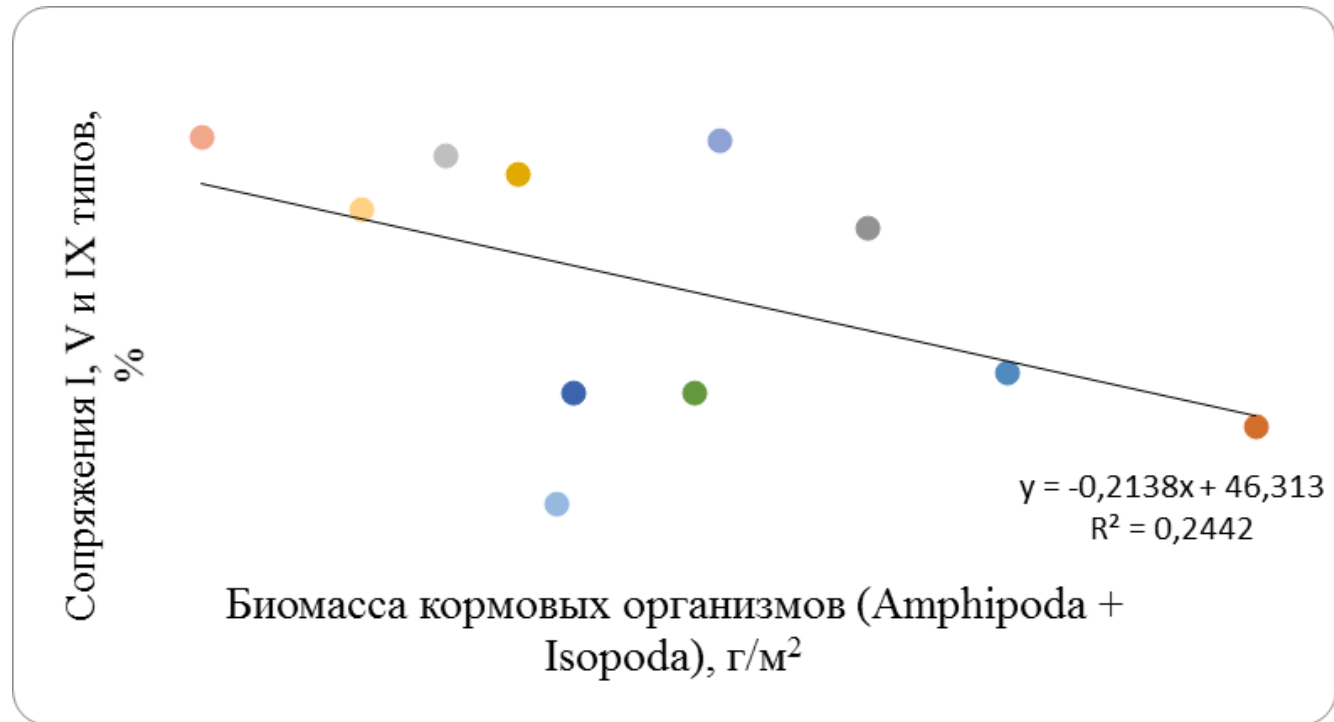
# Динамика площади регистрации серых китов в Пильтунской нагульной зоне для участков с различной биомассой кормовых видов (амфиподы, изоподы и песчанка)



Динамика общего числа регистраций китов, в зонах высокой (1), средней (2) и низкой (3) плотности бентоса.



# Зависимость между числом сопряжений I, V и IX типов и средней биомассой кормовых



## Соотношение между общим числом регистраций китов и площадью их распространения

