



Пятнадцатая Всероссийская открытая конференция  
"Современные проблемы дистанционного  
зондирования Земли из космоса"  
(13 – 17.11.2017, ИКИ РАН, Москва)

# Влияние распределения значений океанологических полей на локализацию промысловых зон тихоокеанской сайры в Южно-Курильском районе

Козуб П.К., Белоненко Т.В.  
(Санкт-Петербургский Государственный Университет)

# Тихоокеанская сайра (*Cololabis saira*)

- ▶ Сайра принадлежит к субтропической умеренно тепловодной ихтиофауне;
- ▶ Не опускается ниже слоя термо- и пикноклина и находится в 10-30-метровом слое;
- ▶ Температурные фронты являют собой наиболее благоприятные условия для формирования скоплений сайры;
- ▶ Скопления нагульной рыбы формируются вокруг скоплений пищи, а скопления зоопланктона концентрируются в зонах гидрологических фронтов, районах конвергенции вод.



Рис. 1. Тихоокеанская сайра (*Cololabis saira*)



Рис. 2. Косяк сайры в Тихом океане около северных Курильских островов (экспедиция на НИС «Академик Опарин»)

# ЮЖНО-КУРИЛЬСКИЙ РАЙОН

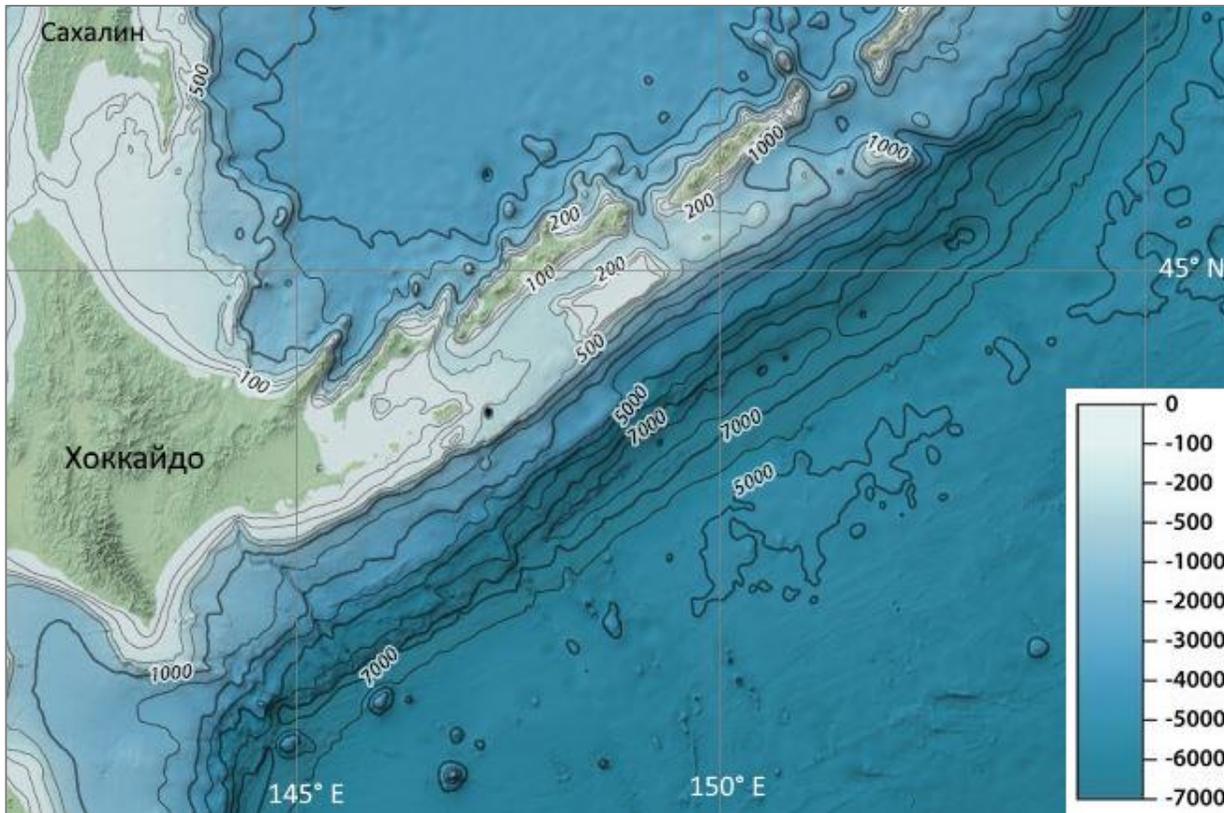
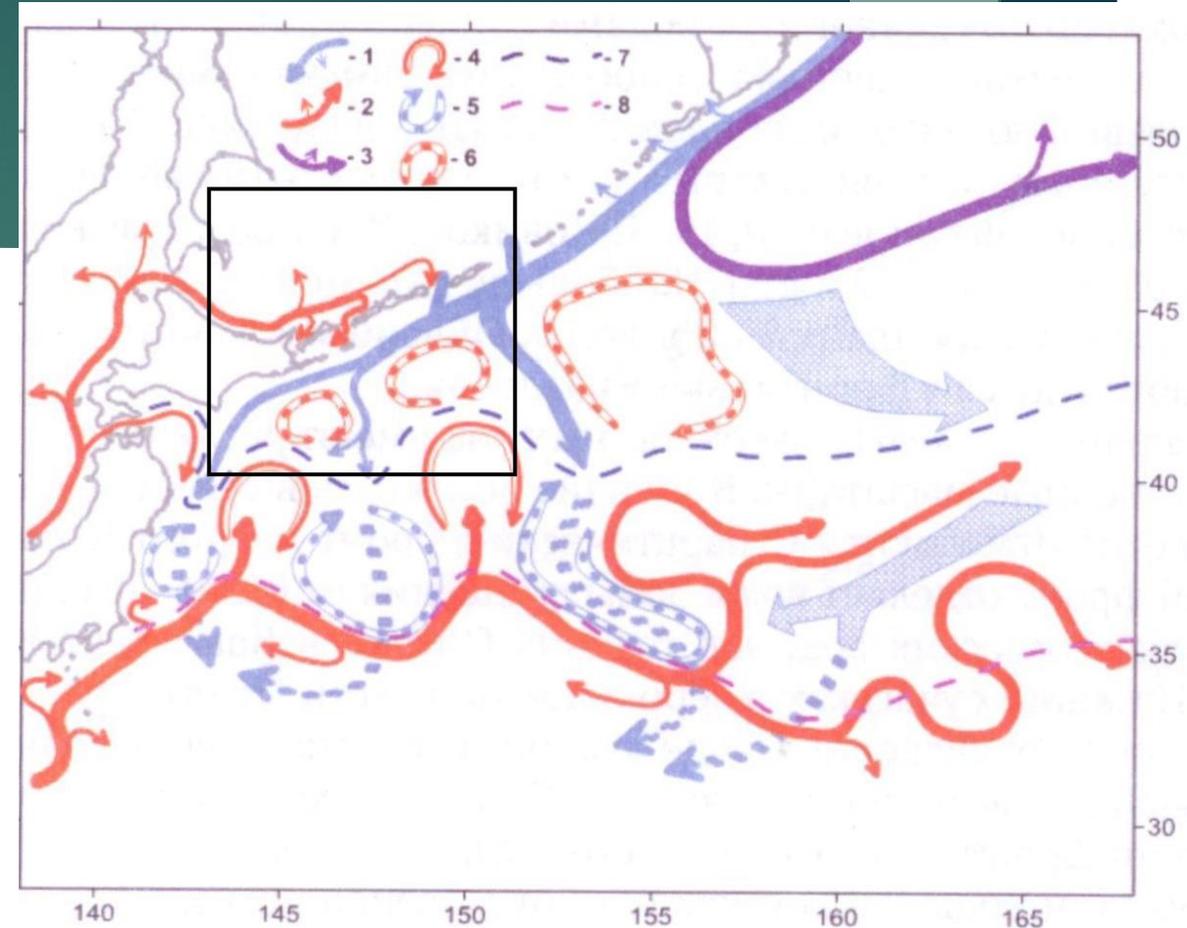


Рис. 3. Карта Южно-Курильского района

Рис. 4. Схема течений в районе СЗТО



1 – холодные течения, 2 – теплые течения, 3 – западная периферия Алеутского круговорота, 4 – вихри вод течения Курошио, 5 – вихри ветвей холодных течений, 6 – вихри ветвей Курошио, 7 – Субарктический фронт, 8 – фронт Курошио, 9 – трансформированные субарктические воды

# ДААННЫЕ – 1



## Продукты сервиса Copernicus Marine Environment Monitoring Service (CMEMS):

- ▶ Динамическая топография (ДТ) – среднесуточные значения с пространственным разрешением  $1/4^\circ$ ;
- ▶ Температура поверхности океана (ТПО) – данные вторичной обработки спутниковых массивов радиометров (A)ATSR и AVHRR Pathfinder, а также данных *in situ* базы данных ICOADS. Продукт содержит ежедневные данные значений ТПО с разрешением регулярной сетки  $1/20^\circ$ .

ONLINE CATALOGUE

CATALOGUE PDF

FIRST VISIT ?

MY CART 0

**YOUR SEARCH** ?

TYPE YOUR SEARCH

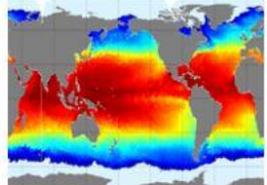
**REGIONAL DOMAIN** ▶  
All areas

**PARAMETERS** ▶

**TEMPORAL COVERAGE**  
From 1992-01-01 To 2017-04-16  
 If checked, the search results will only show products containing the whole selected time range

**PRODUCT WITH DEPTH LEVEL**

Found **148 products** matching your criteria.

GLOBAL_ANALYSIS_FORECAST_PHY_001_024		
GLOBAL OCEAN 1/12° PHYSICS ANALYSIS AND FORECAST UPDATED DAILY		
MODEL	● ● ● X X X	GLO
SSH 3DUV MLT T SITH SIC S SIUV	ⓘ	
0.08 degree x 0.08 degree (50 depth levels)		
From 2006-12-27 to Present		
daily-mean, hourly-mean		
MORE INFO	ADD TO CART	WMS Sub-setting

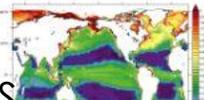
GLOBAL_ANALYSIS_FORECAST_BIO_001_014		
GLOBAL OCEAN BIOGEOCHEMISTRY ANALYSIS AND WEEKLY FORECAST		
MODEL	● ● ● X X X	GLO
CHL O2 NO3 PO4 Si phyto Fe PP	ⓘ	
0.5 degree x 0.5 degree (50 depth levels)		
From 2012-01-01 to Present		
weekly-mean		

Рис. 5. Выбор продуктов на сервисе CMEMS  
(URL: <http://marine.copernicus.eu/services-portfolio/access-to-products/>)

# ДАННЫЕ – 2

## Промысловые планшеты

«Атлас суточных и пентадных карт распределения поверхностной температуры и скоплений тихоокеанской сайры в период нагула у Курильских островов»  
(ГУП ТИПРО-Центр, Владивосток – 2002).

Исследуемый район:  
40°-48° с.ш. и 143°-151° в.д.,  
сентябрь 2001

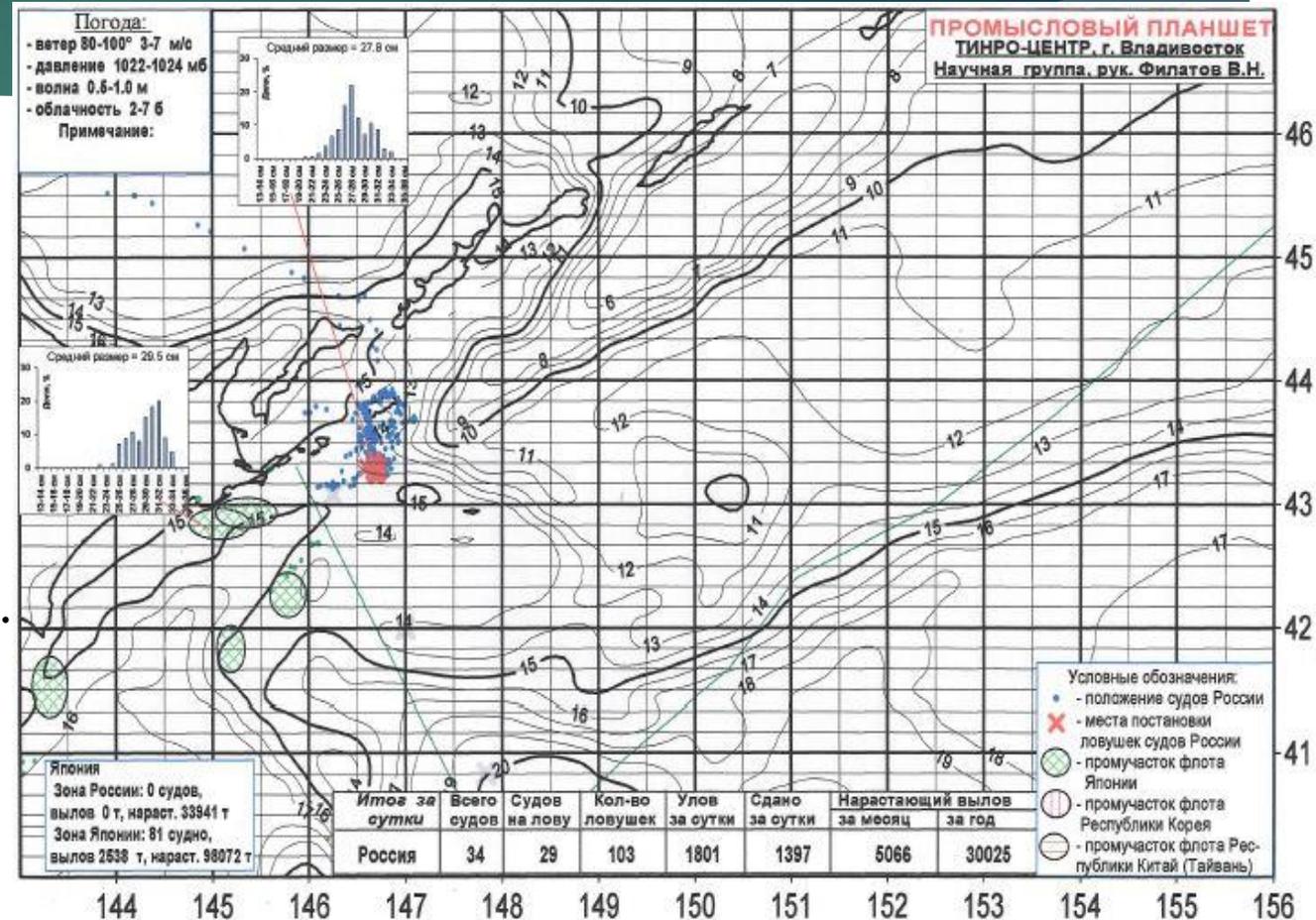


Рис. 6. Распределение ТПО на 3-5 октября, положение сайрового флота на 5.10.2004

# ТЕМПЕРАТУРА ПОВЕРХНОСТИ ОКЕАНА

Скопления сайры соответствуют областям значений ТПО в диапазоне от  $+10^{\circ}\text{C}$  до  $+15^{\circ}\text{C}$ , а также выражена приуроченность сайры к температурным фронтам. Большинство судов располагалось вдоль изотерм  $11-13^{\circ}\text{C}$ . В районе Курильской гряды значения ТПО ниже, чем в других частях акватории. Фронтальные зоны являются благоприятными для скоплений сайры, а расположение промыслового флота приурочено к изотермам  $13-15^{\circ}\text{C}$ . После 20 сентября: перестройка температурного поля, углубление фронта, и формирование области холодного вторжения вод с минимальной температурой  $9^{\circ}\text{C}$ . Промысловый флот сосредотачивается на периферии этой области ( $11-13,5^{\circ}\text{C}$ ).

5

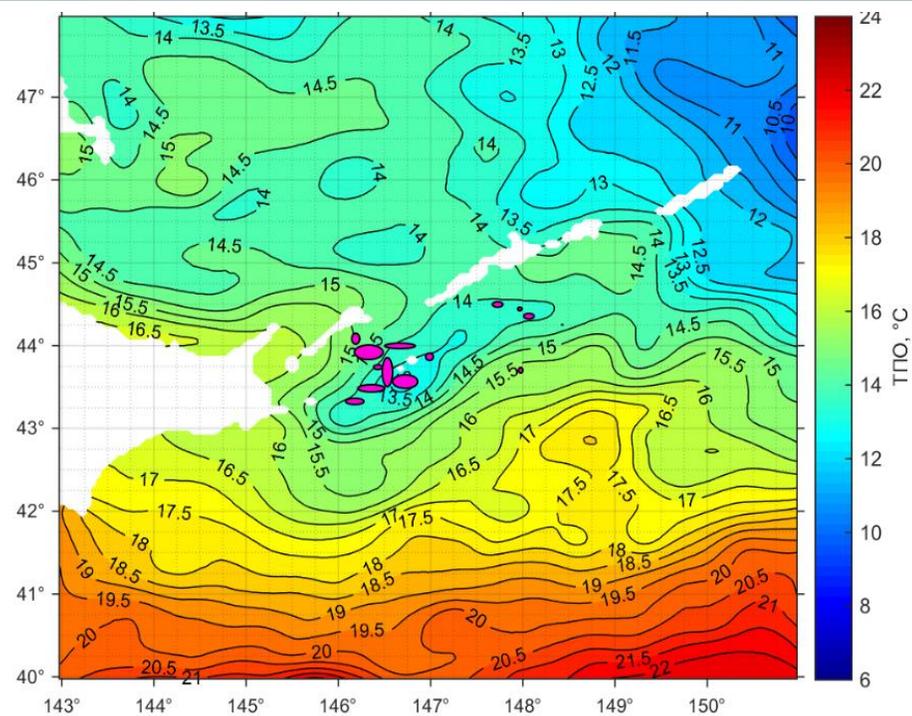


Рис. 7.  
Распределение  
ТПО на 17.09.2001

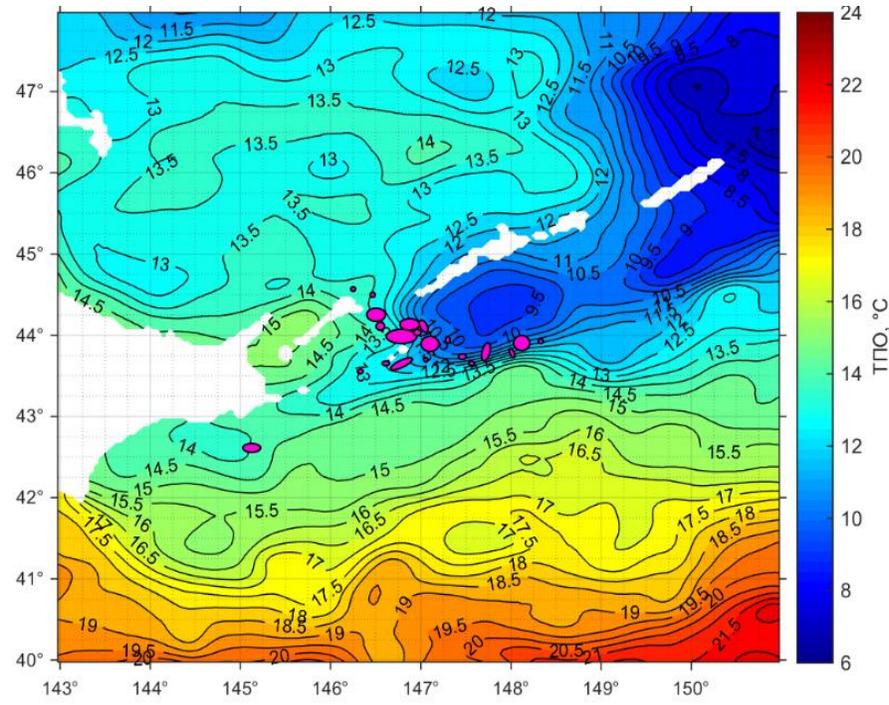


Рис. 8. Распределение  
ТПО на 24.09.2001

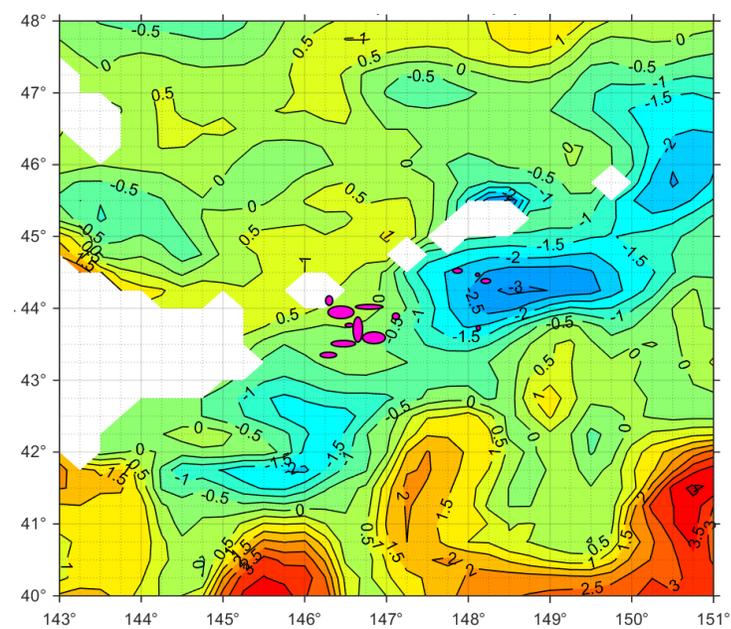


Рис. 9. Распределение аномалий ТПО на 17.09.2001

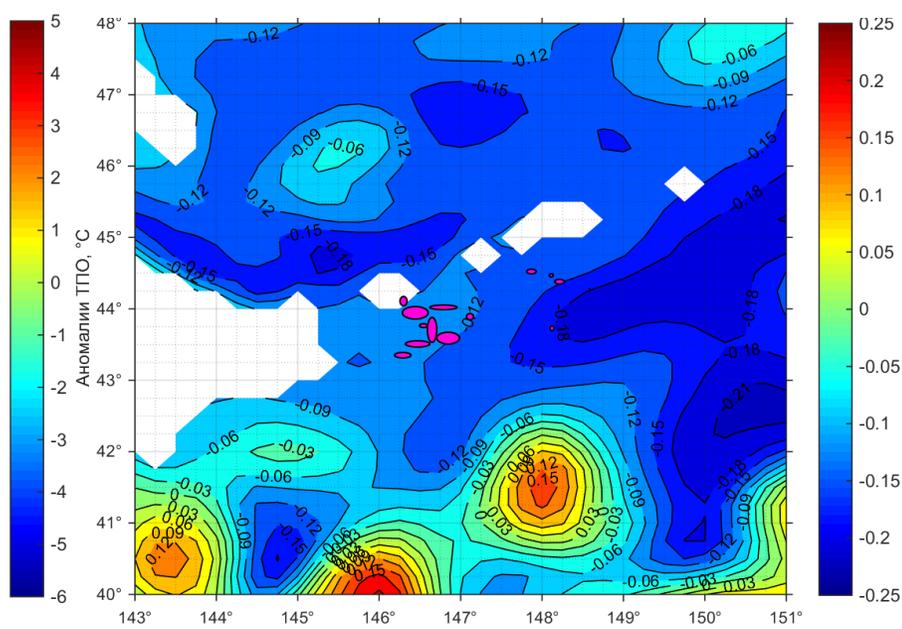


Рис. 11. Распределение ДТ на 17.09.2001

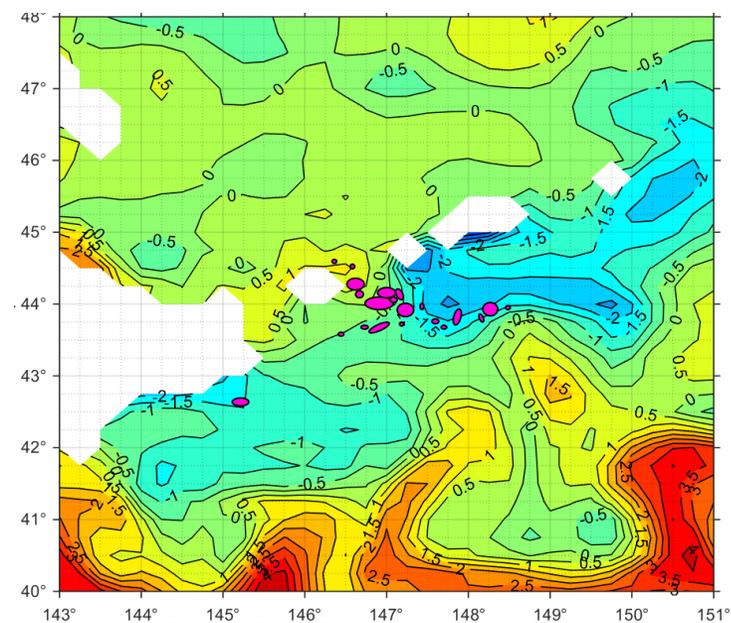


Рис. 10. Распределение аномалий ТПО на 24.09.2001

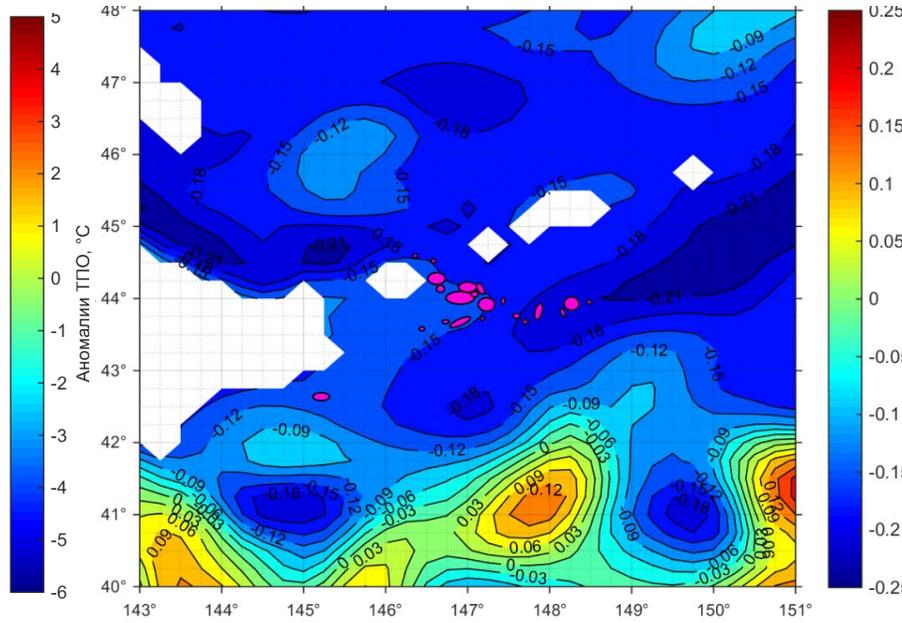


Рис. 12. Распределение ДТ на 24.09.2001

► Приуроченность скоплений сайры к мезомасштабным структурам с отрицательными аномалиями ТПО в пределах от  $-2^{\circ}\text{C}$  до  $-0,5^{\circ}\text{C}$ .

► Значения ДТ в районах промысла колебались от  $-0,21$  м до  $-0,08$  м, причем во второй половине сентября места вылова, главным образом, оказались приуроченными к более низким значениям.

► В начале сентября в поле аномалий ТПО начинает формироваться область с отрицательными значениями, внутри которой располагаются суда промыслового флота. С течением времени при дальнейшем развитии ситуации промысловые суда перемещаются на периферию сформировавшегося циклонического образования.

## ОБЛАСТИ ДИВЕРГЕНЦИИ И КОНВЕРГЕНЦИИ

$$\frac{\partial \xi}{\partial t} = -\text{div}(\vec{V}H) \leftarrow \text{ПОЛНЫЙ ПОТОК}$$

уровень океана ( $\Delta T$ )

Промысел сайры производился преимущественно в областях  $\partial \xi / \partial t < 0$ .

Промысловые районы сайры преимущественно относились к областям дивергенции полных потоков, так как в этих зонах на поверхность поднимаются богатые питательными веществами глубинные воды, что создает благоприятные условия для формирования скоплений сайры.

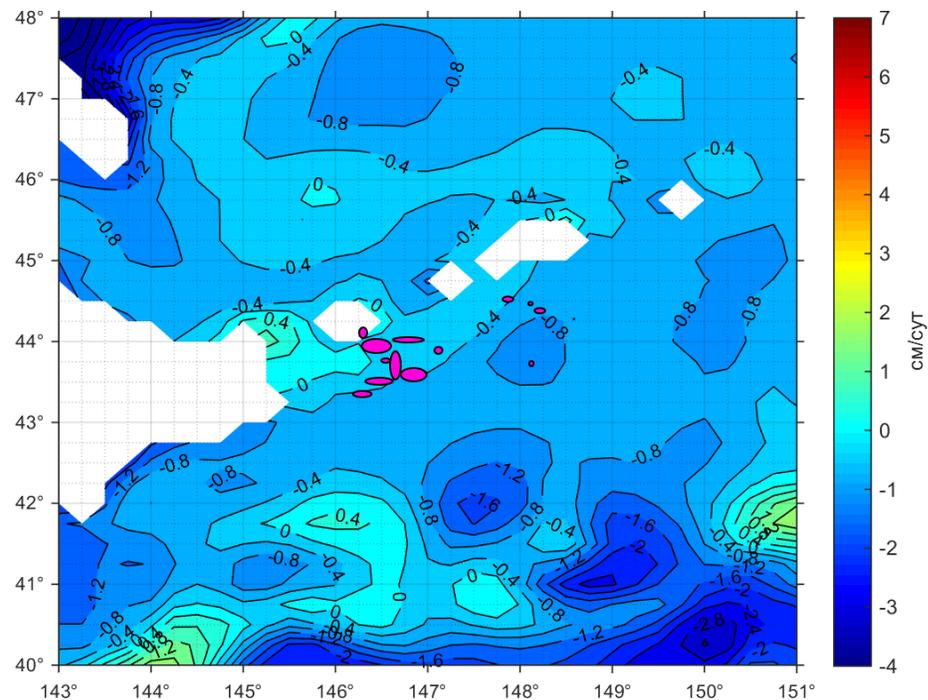


Рис. 13. Скорость изменения уровня на 17.09.2001

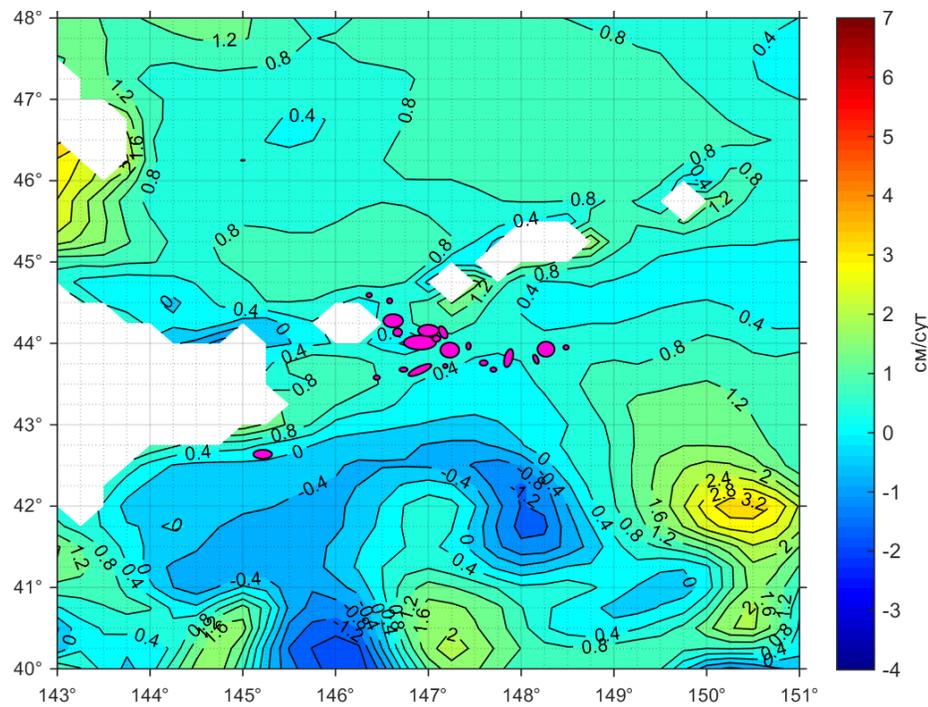


Рис. 14. Скорость изменения уровня на 24.09.2001

Вдоль фронта существует баланс между ускорением вдоль-фронтальной скорости  $Du/Dt$  и кросс-фронтальным ускорением Кориолиса  $fv$ :

$$\frac{Du}{Dt} - fv = 0$$

$u, v$  – составляющие скоростей вдоль фронта и поперек фронта,

$f$  – параметр Кориолиса,

$D/Dt$  – полная производная, характеризующая скорость перемещения частицы жидкости

Вторичная циркуляция, ассоциируемая с кросс-фронтальным потоком, удовлетворяет уравнению:

$$\frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0$$

$w$  – вертикальная компонента скорости

$$w > 0$$

В потоке Ойясио, устремленном на юго-запад, кросс-фронтальный поток способствует **вертикальным движениям частиц, направленным вверх**, что обеспечивает снабжение питательными веществами верхнего слоя океана.

# ВЫВОДЫ

1. Скопления тихоокеанской сайры приурочены преимущественно к мезомасштабным циклоническим структурам с отрицательными аномалиями ТПО в пределах от  $-2^{\circ}\text{C}$  до  $-0,5^{\circ}\text{C}$  и отрицательными значениями  $\Delta T$  в пределах от  $-0,21$  м до  $-0,08$  м.
2. Скорость изменения уровня моря преимущественно отрицательна, а дивергенция потока, как составляющая проинтергированного по глубине уравнения неразрывности, положительна.
3. Важнейшим механизмом, способствующим подъему питательных веществ в верхние слои океана, является вихревой апвеллинг.
4. Кросс-фронтальный поток струйного течения также способствует вертикальным движениям частиц, направленным вверх, что обеспечивает снабжение питательными веществами верхнего слоя океана.

**Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 16-05-00452 и 17-05-00034**