

# Сезонная и межгодовая изменчивость течений западной части Японского моря: сравнение результатов численного моделирования и спутниковых ИК-изображений

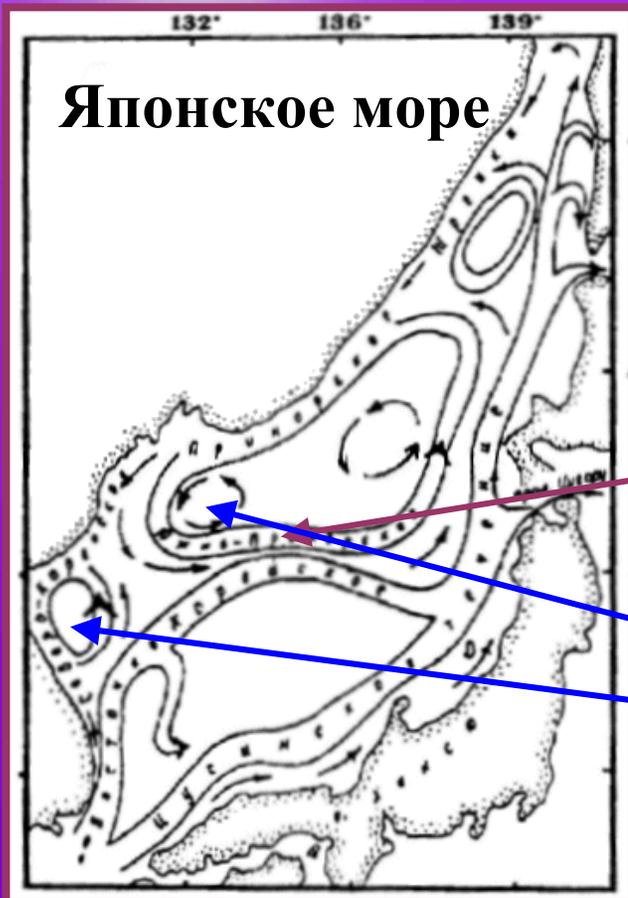
Трусенкова О.О. \*, Лобанов В.Б. \*,  
Ладыченко С.Ю. \*, Никитин А.А. \*\*

\*Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева  
ДВО РАН, г. Владивосток

\*\*Тихоокеанский научно-исследовательский рабочаяйственный  
центр (ТИНРО-центр), г. Владивосток



## Японское море



# Введение

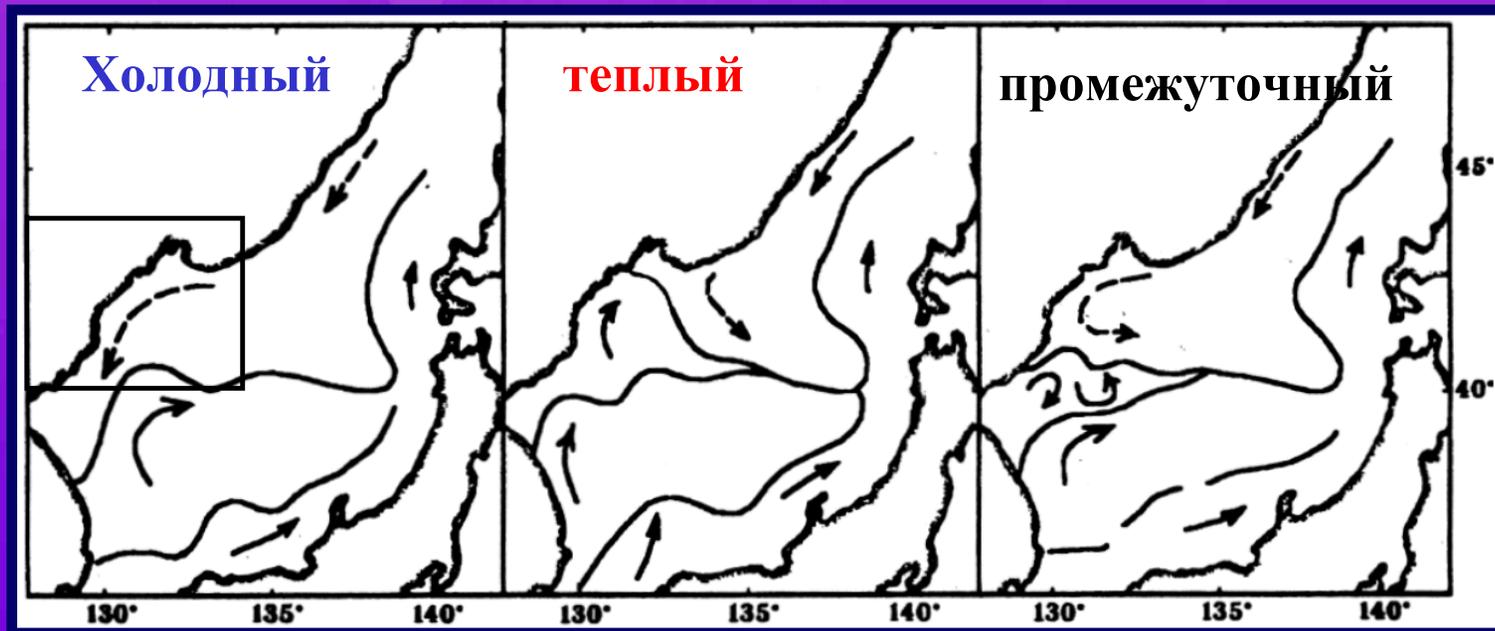
Субарктический фронт

Циклоническая циркуляция у берегов южного Приморья и КНДР

Схема течений  
по Яричину (1980)



# Типы термической структуры вод Японского моря (Никитин и Харченко, 2002)



На основе многолетнего (1977-2001 гг.) архива спутниковых ИК-изображений (NOAA)

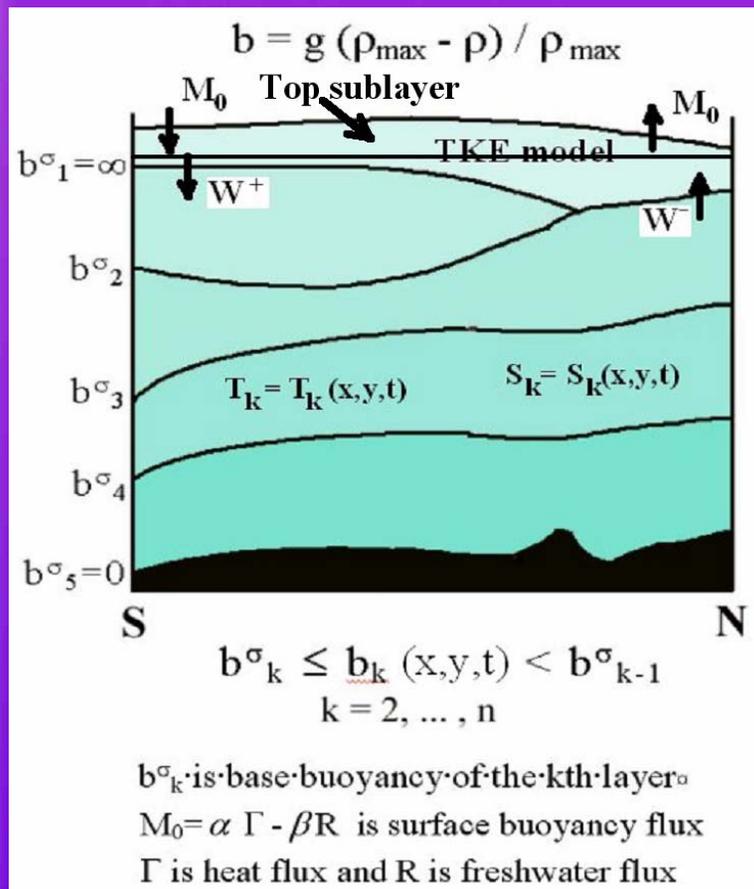
Северо-западная ветвь субарктического фронта  
(Danchenkov et al., 1997; Lobanov et al., 2001-2003;  
3 Nikiin et al., 2002)

## Цель работы

- Численное моделирование циркуляции вод и гидрофизических полей Японского моря с целью исследования воздействия изменений ветра на течения его западной части
- Верификация результатов расчетов на основе данных ТПО высокого разрешения, полученных с помощью дистанционного зондирования с ИСЗ



# Гидродинамическая многослойная модель циркуляции Японского моря (Шапиро и Михайлова, 1992-1998)

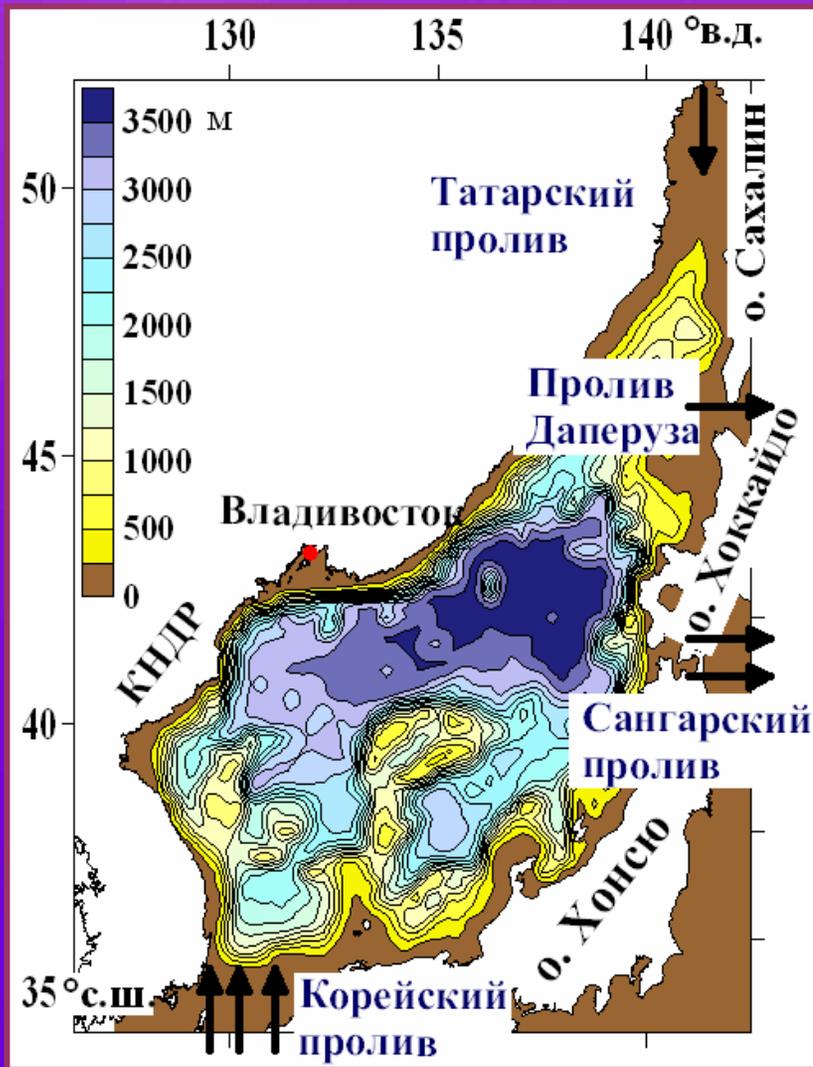


- Прimitives (полные) уравнения гидродинамики в приближениях гидростатики и Буссинеска;
- свободное перемещение поверхностей раздела по вертикали;
- термодинамический блок: баланс тепла и влаги на поверхности моря, интегральная модель ВКС, прогностические уравнения для  $T$  и  $S$ ;
- переменная плотность во всех слоях в пределах, заданных «базовой» плотностью;
- бигармоническая вязкость;
- приближение свободной поверхности моря;
- конвективное приспособление.



# Параметры численных экспериментов

## Геометрия и рельеф дна



- Сетка:  $1/8^\circ$
- 12 слоев
- Начальные глубины интерфейсов : 10, 25, 50, 75, 100, 150, 250, 350, 500, 700, 900 м
- Климатические начальные вертикальные профили T and S
- Шаг по времени: 7,5 мин.
- Коэф. бигарм. вязк.:  $2,5 \times 10^8 \text{ м}^4/\text{с} \sim 7 \text{ м}^2/\text{с}$
- Коэф. гарм. диффузии:  $250 \text{ м}^2/\text{с}$
- Среднемесячный ветер по данным NCEP/NCAR за 1998-2000 гг.
- Среднемноголетние месячные поля метеозаэментов за 1979-2000 гг. по данным NCEP/NCAR и GPCP
- Исходное разрешение метеополей –  $2,5^\circ$



# Схема численных экспериментов

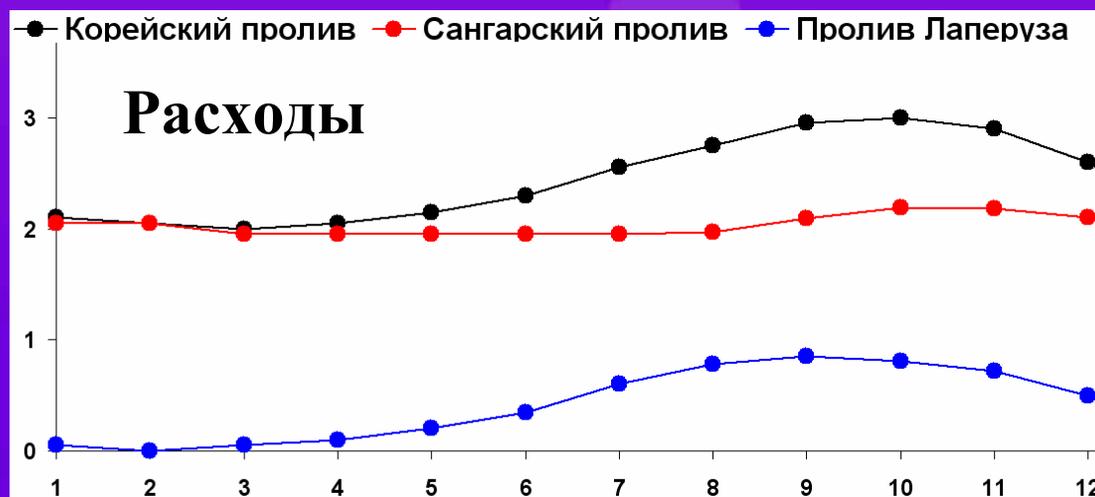
Разгон - 10 лет интегрирования

Ветер 1998 г.

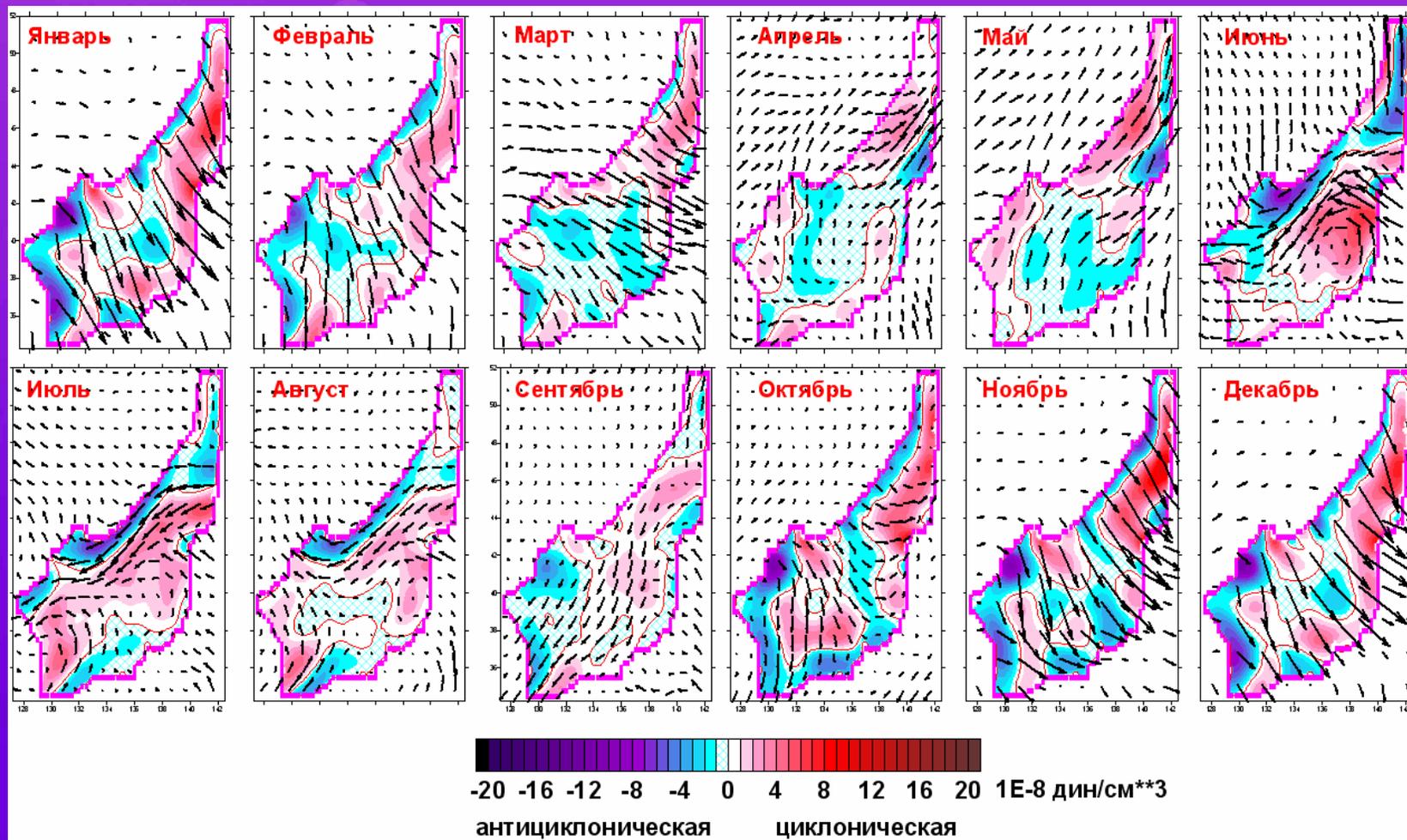
Ветер 1999 г.

Ветер 2000 г.

Неизменные термодинамические условия  
на поверхности моря и в проливах



# Напряжение и завихренность ветра в 1998 г.



# Данные ТПО

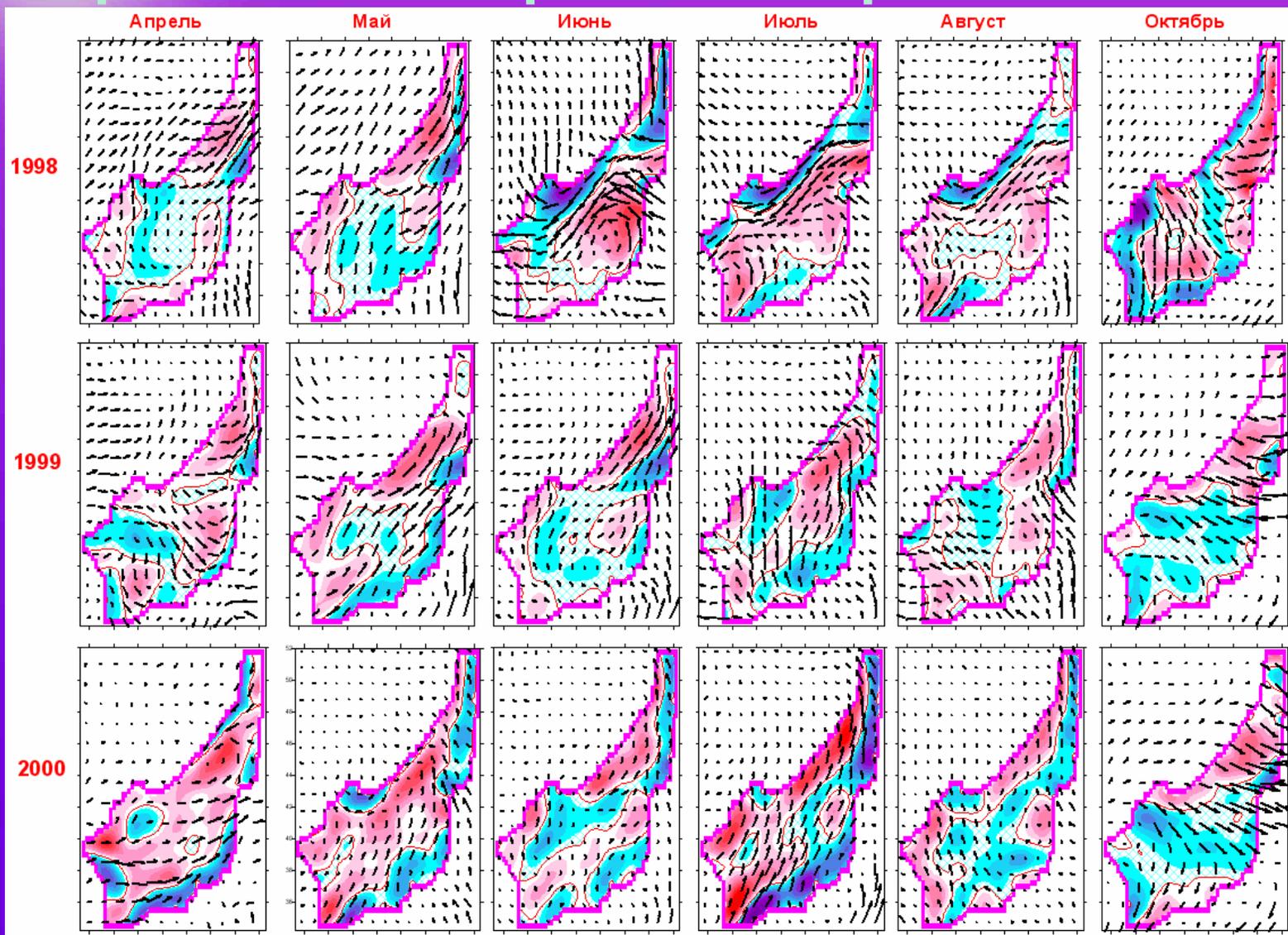
- A-HIGHERS SST (Sakaida et al., 2000): NOAA/AVHRR,  $0.01 \times 0.01^\circ$ , 5-дневные композиты с февраля 1985 г. по октябрь 2002 г.;
- New Generation SST (Guan and Kawamura, 2004): данные зондирования в инфракрасном и микроволновом диапазонах, NOAA/AVHRR, GMS/S-VISSR, TRMM/MI, Aqua/AMSR-E, суточные, сглаженные в 5-суточном окне, с июля 2002 г. по настоящее время.



- Межгодовая изменчивость течений в северо-западной части Японского моря в теплый период года
- Внутрисезонная изменчивость течений вдоль берега КНДР в период становления зимнего муссона
- О влиянии ветра на течения в юго-западной части Японского моря (ветвление Цусимского течения и отрыв Восточно-корейского течения от берега)



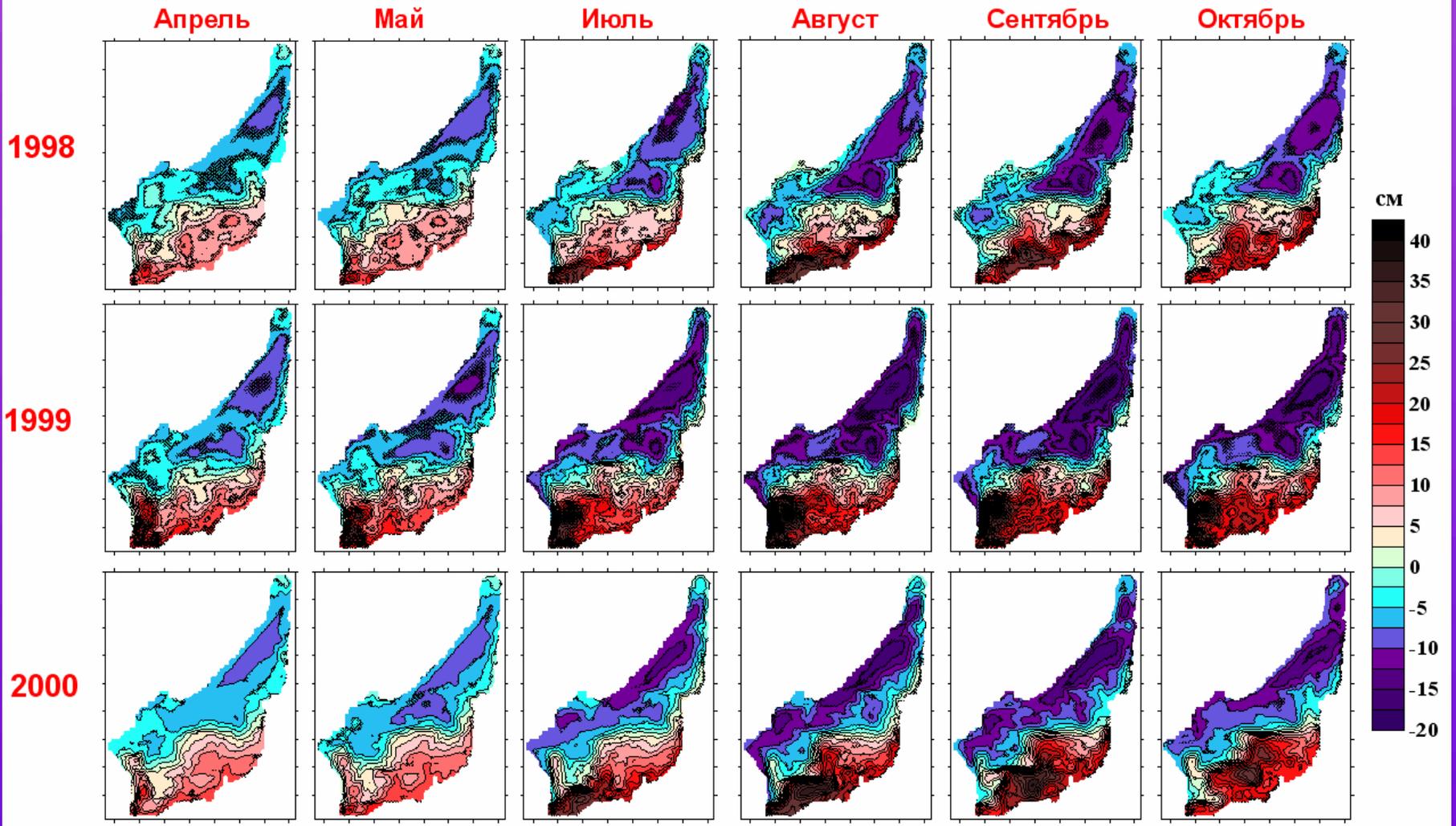
# Ветер в теплый апреле-октябре 1998-2000 гг.



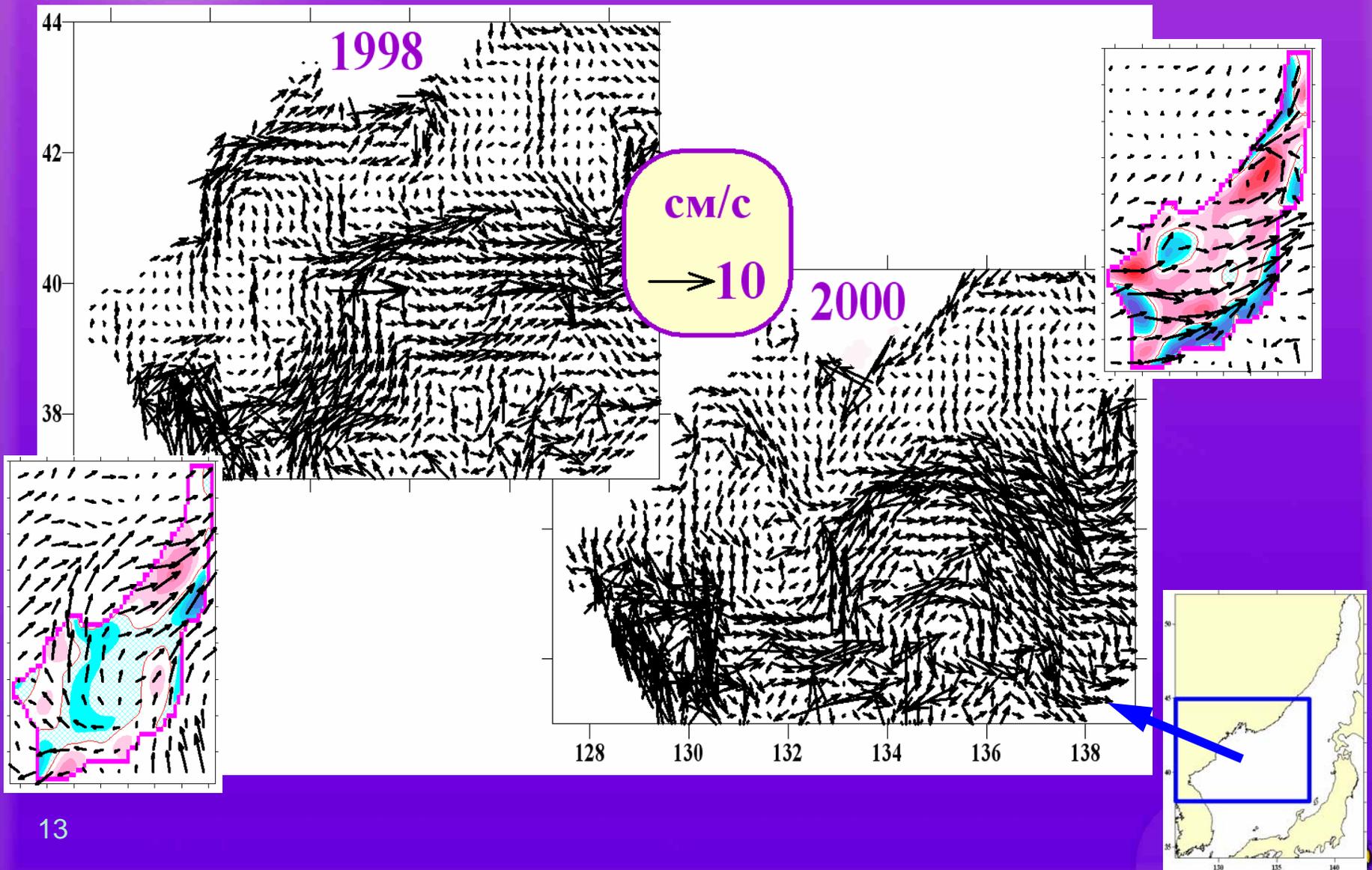
<sup>11</sup> 1998: АЦ весной, Ц летом; 1999: АЦ весной-летом-осенью; 2000: Ц весной-летом



# Уровень моря в теплый период года

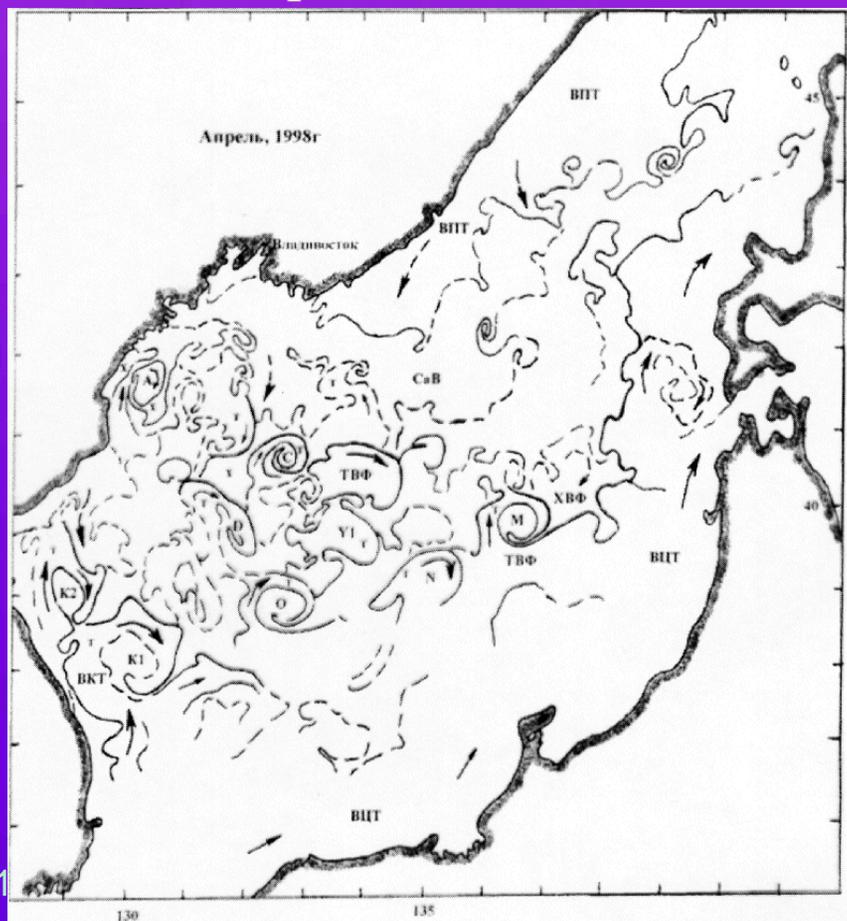


# Апрель

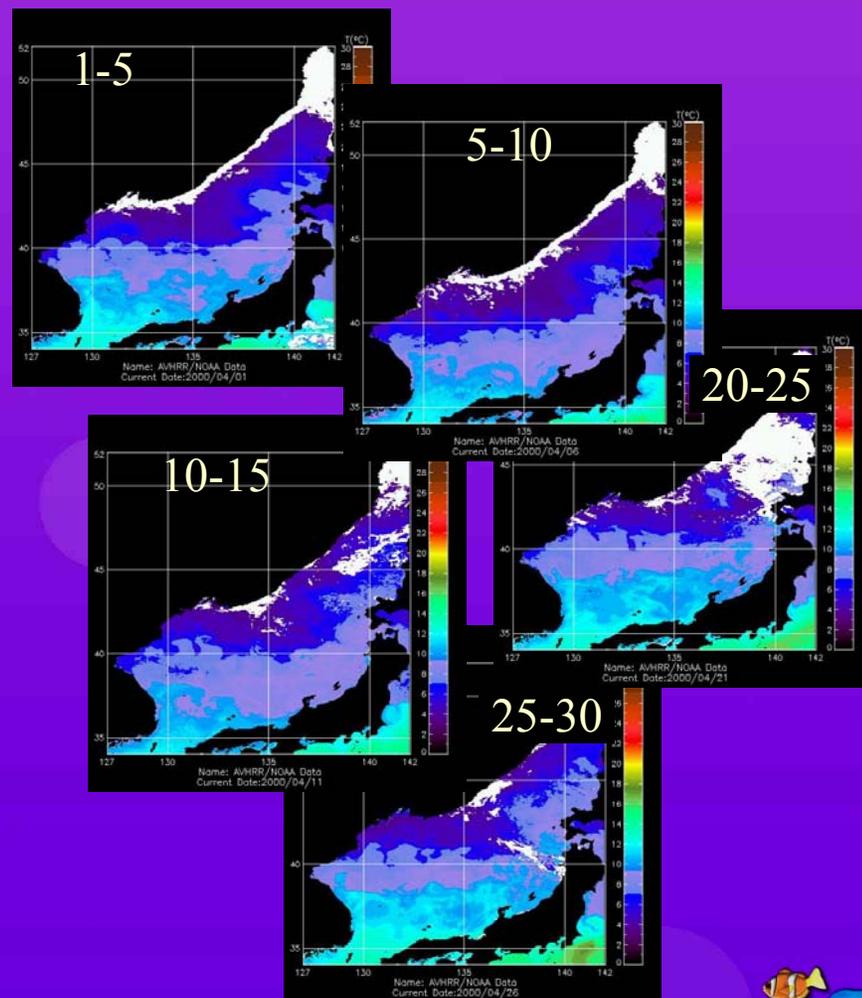


# ТПО в апреле 1998 и 2000 гг.

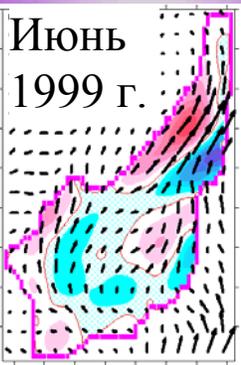
Интерпретационная схема  
AVHRR ИК-изображений в  
апреле 1998 г.



A-HIGHERS SST в апреле 2000 г.



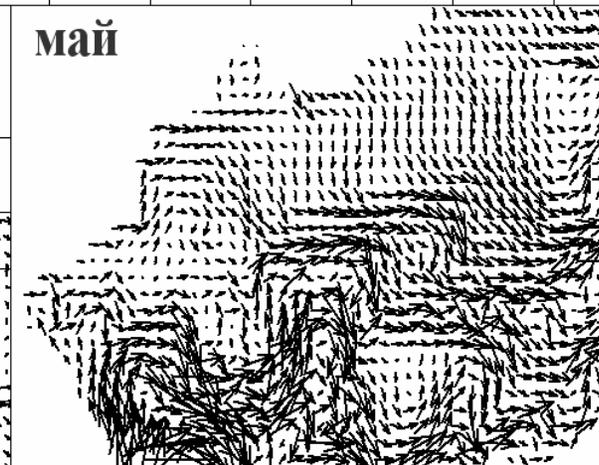
Июнь  
1999 г.



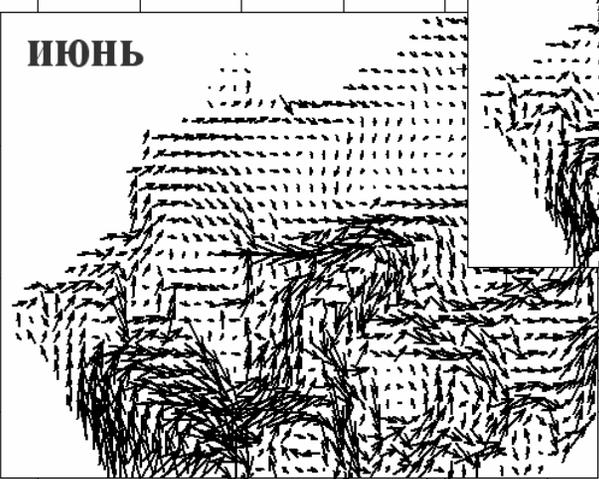
# Лето 1999 г.

## ТПО А-HIGHERS в июне-июле 1999 г.

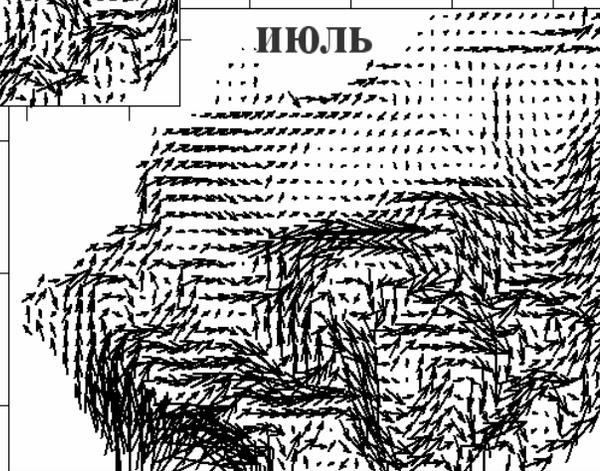
май



ИЮНЬ



ИЮЛЬ

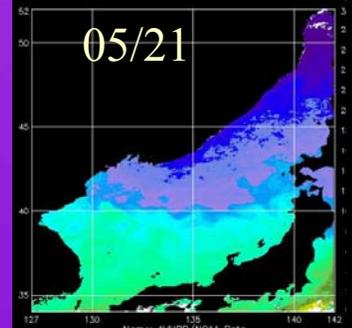


см/с

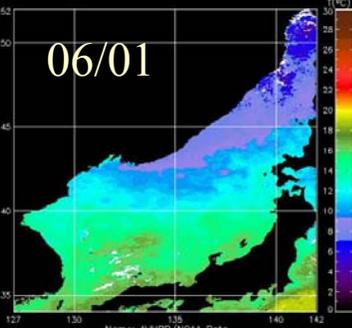
→10

128 130 132 134 136 138

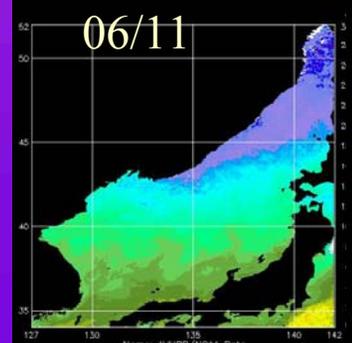
05/21



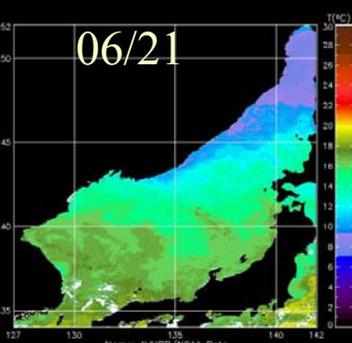
06/01



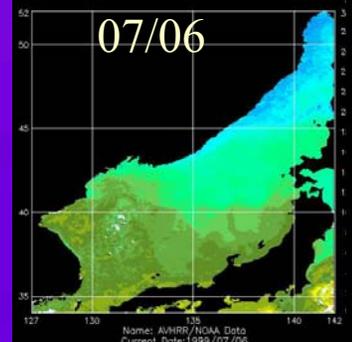
06/11



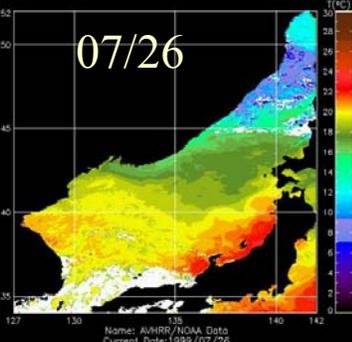
06/21



07/06



07/26

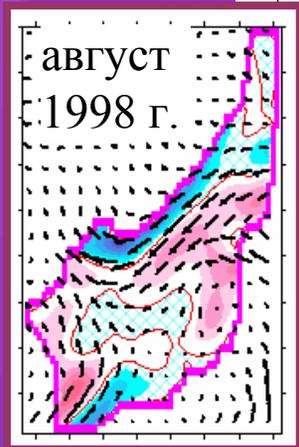


Name: AVHRR/NOAA\_Data  
Current Date: 1999/07/06

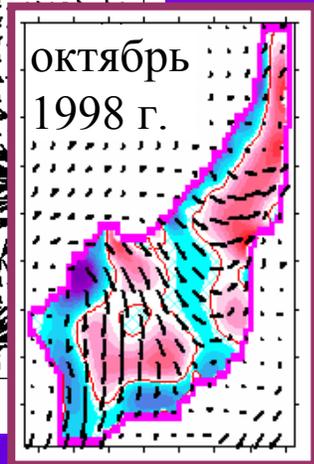
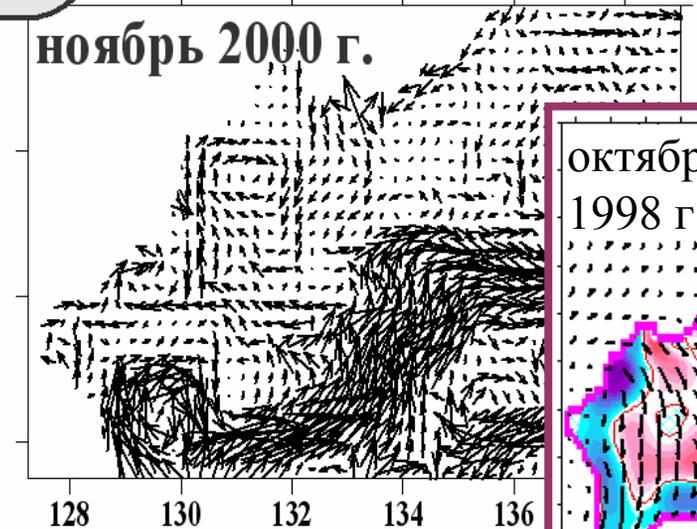
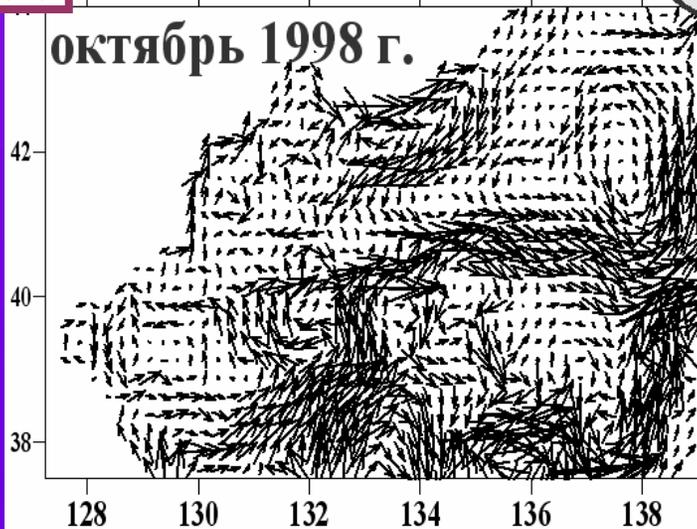
Name: AVHRR/NOAA\_Data  
Current Date: 1999/07/26



# Течения в северо-западной части Японского моря в сентябре - ноябре

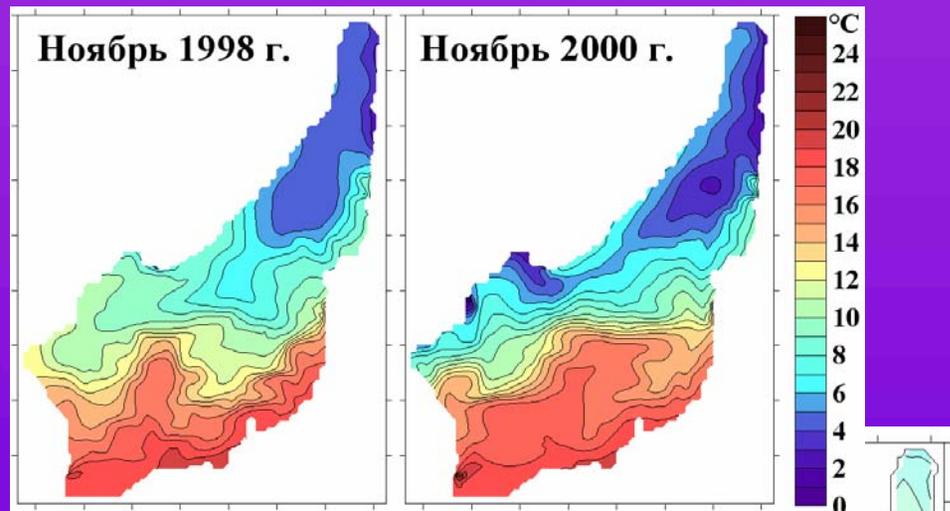
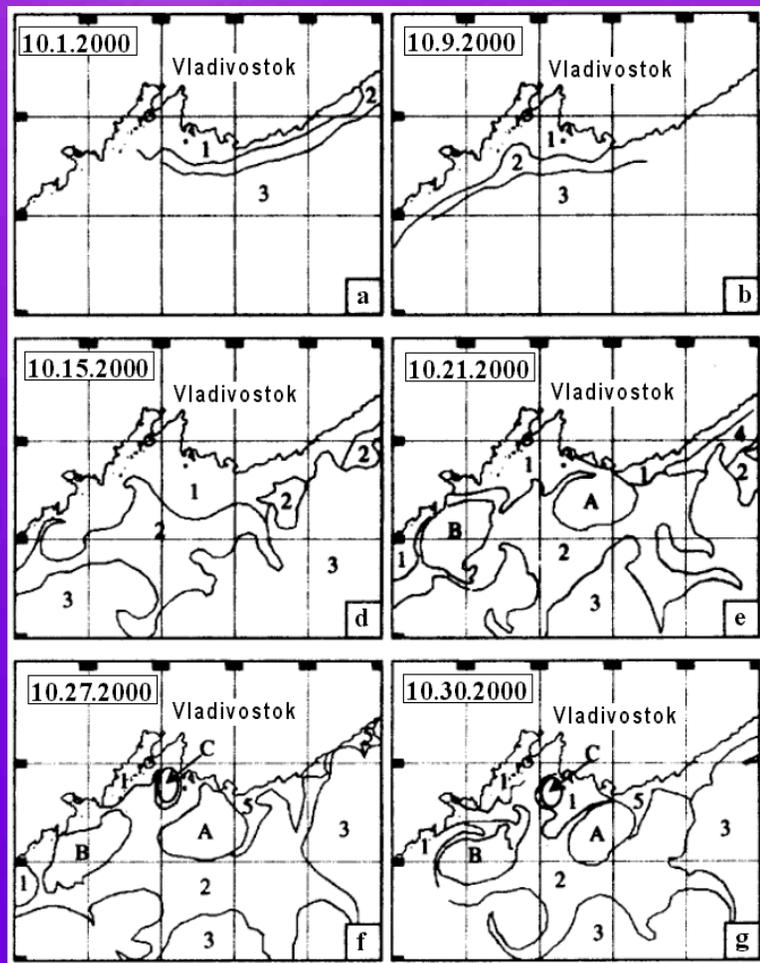


см/с  
→10

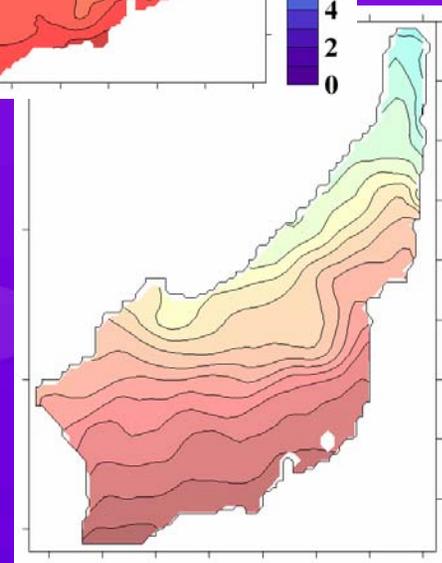


# Северо-западный фронт в октябре - ноябре

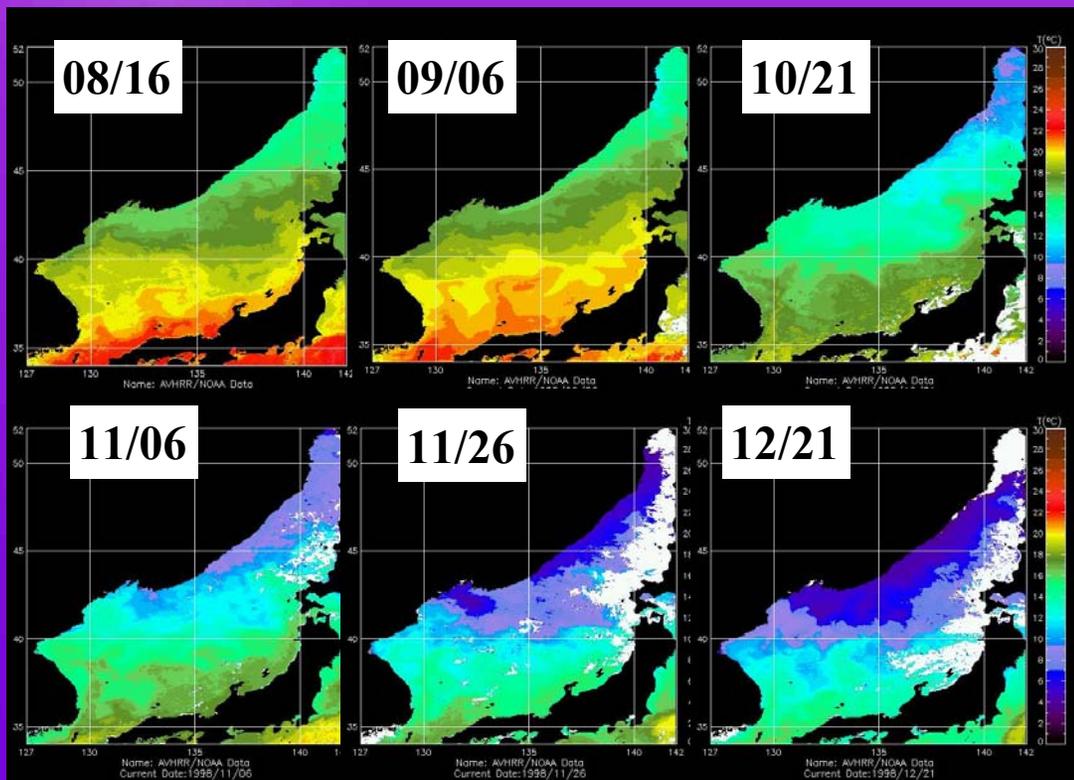
## Температура верхнего слоя модели



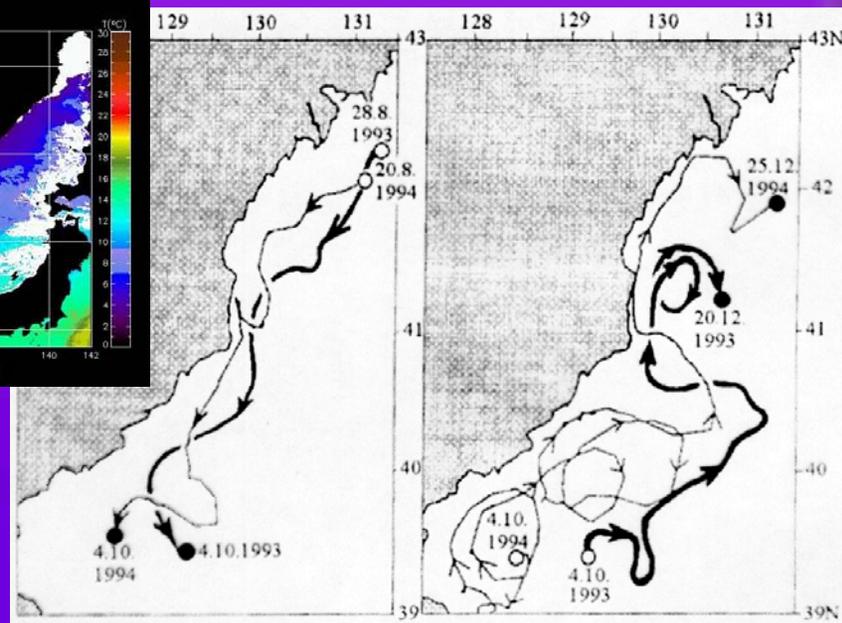
**ТПО  
А-HIGHERS  
в октябре  
(среднее)**



# ТПО А-HIGHERS в 1998 г.



Траектории дрейфа буев ARGOS у берегов КНДР (Danchenkov et al., 2003)

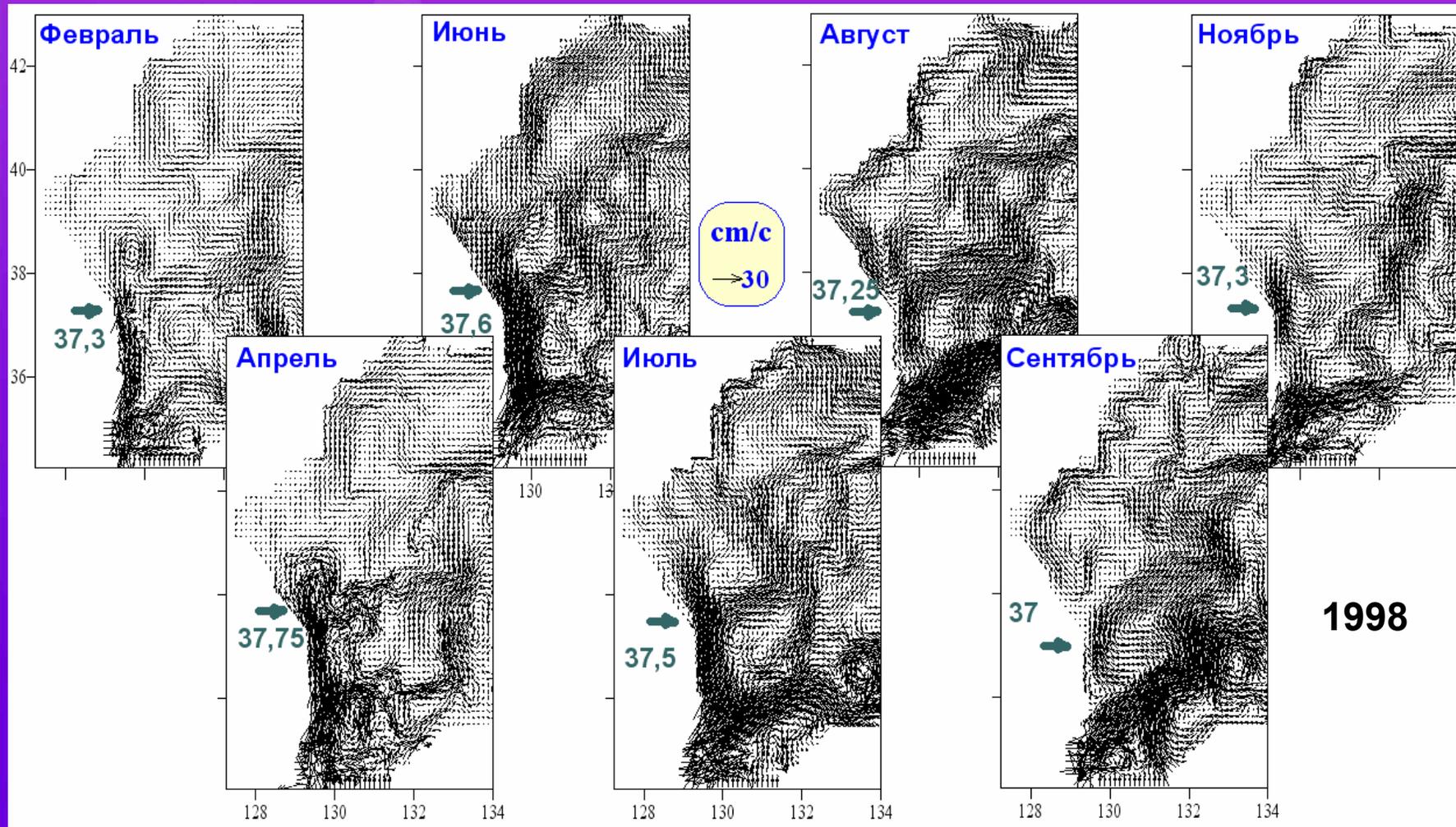


# Выводы

- Под воздействием ветра с антициклонической завихренностью в северо-западной части Японского моря, традиционно относимой к субарктической области, развиваются антициклонические вихри, северные струи теплых течений и северо-западная ветвь субарктического фронта.
- Циклоническая циркуляция вод более интенсивна в теплый период 2000 г., в сравнении с 1998 и 1999 гг., что объяснимо преобладанием циклонической завихренности ветра. В течение всего 1999 г. развита северо-западная ветвь субарктического фронта, что может быть объяснено преобладанием антициклонической завихренности ветра в этом году.
- Развитие антициклонических вихрей и наличие северо-западного фронта типично для октября и ноября, что можно связать с антициклонической завихренностью на западной стороне ветровой струи, дующей от залива Петра Великого в период зимнего муссона. Северо-западный фронт может сохраняться до января.

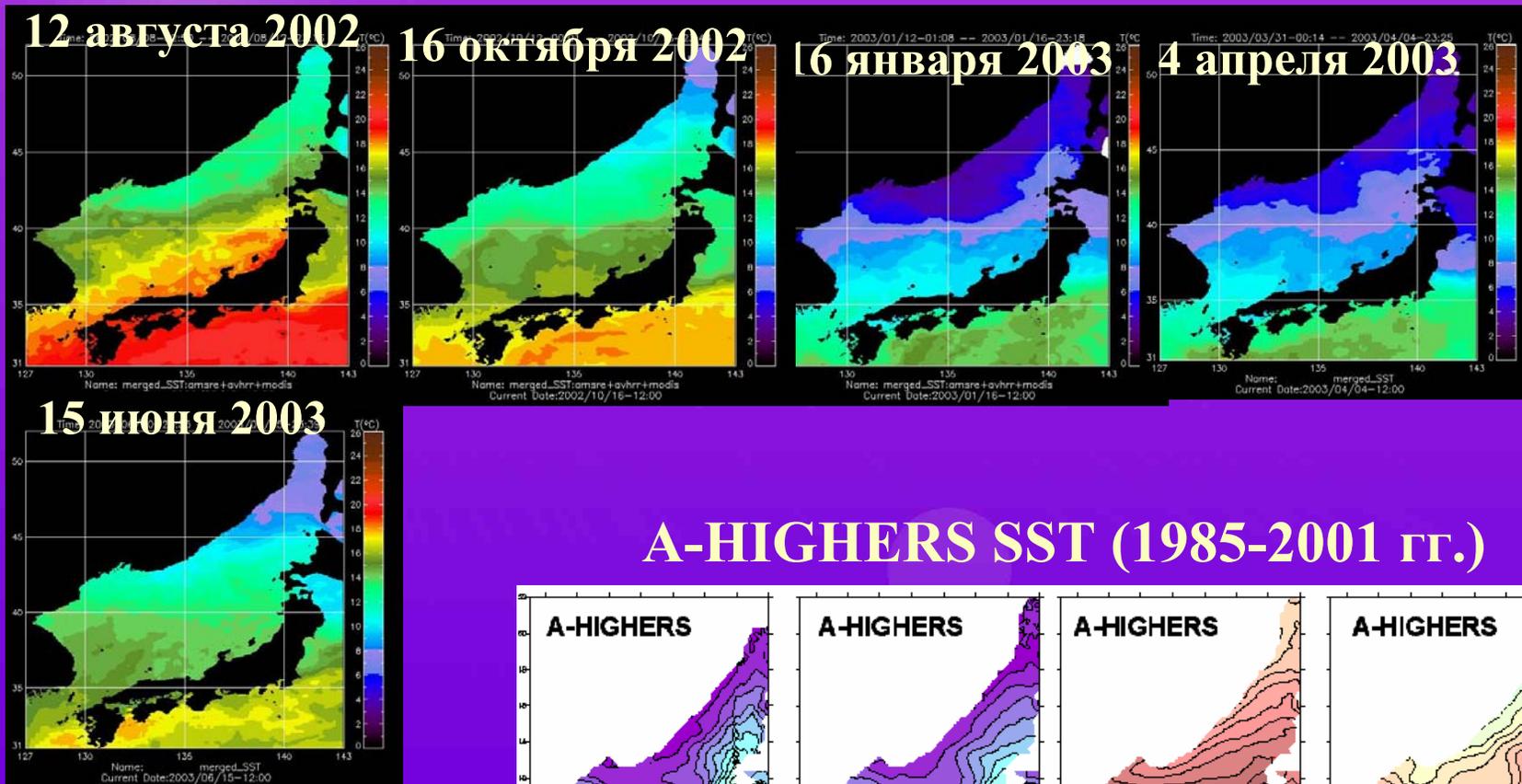


# Сезонные колебания широты отрыва Восточно-корейского течения от берега

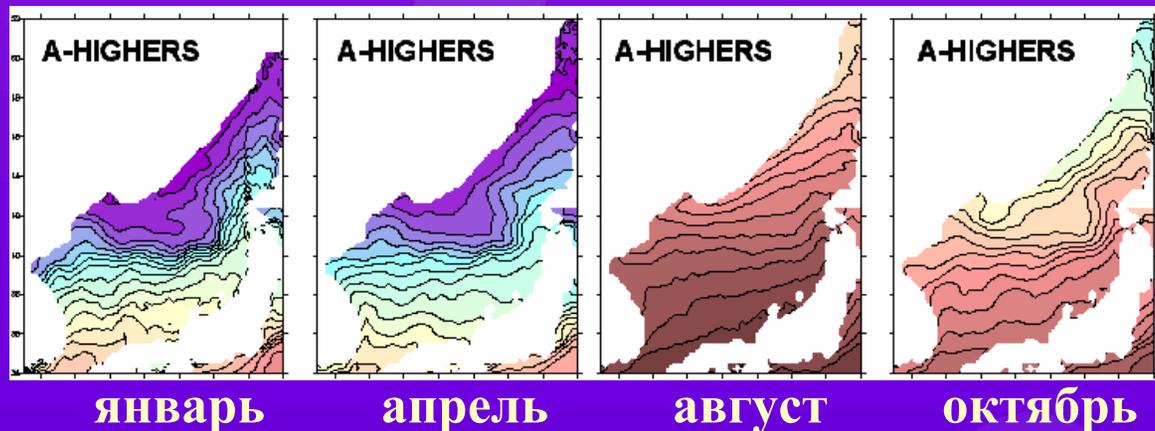


1998

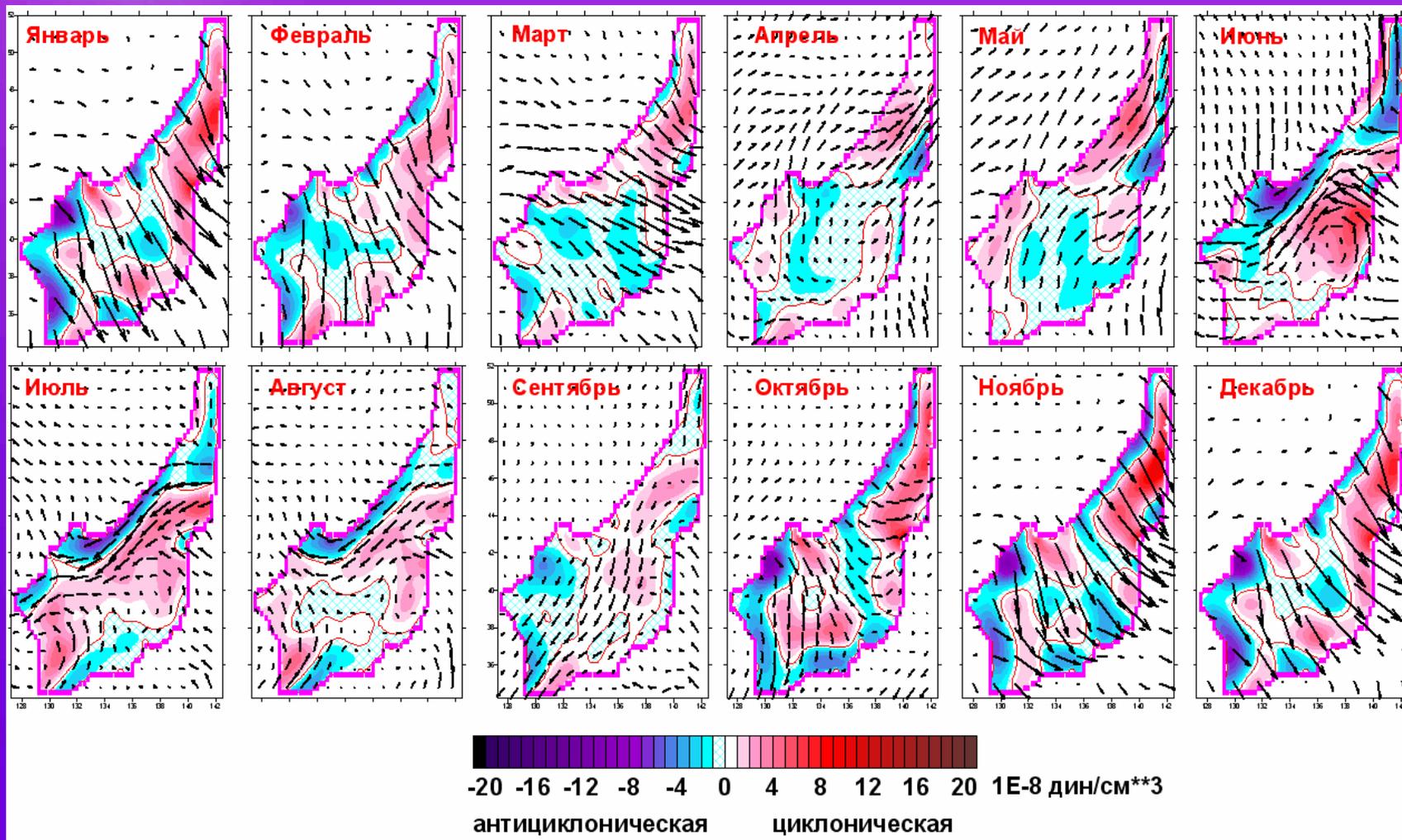
# NG SST (ТПО нового поколения)



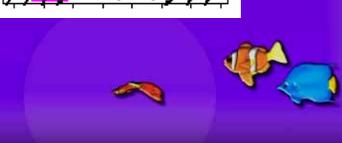
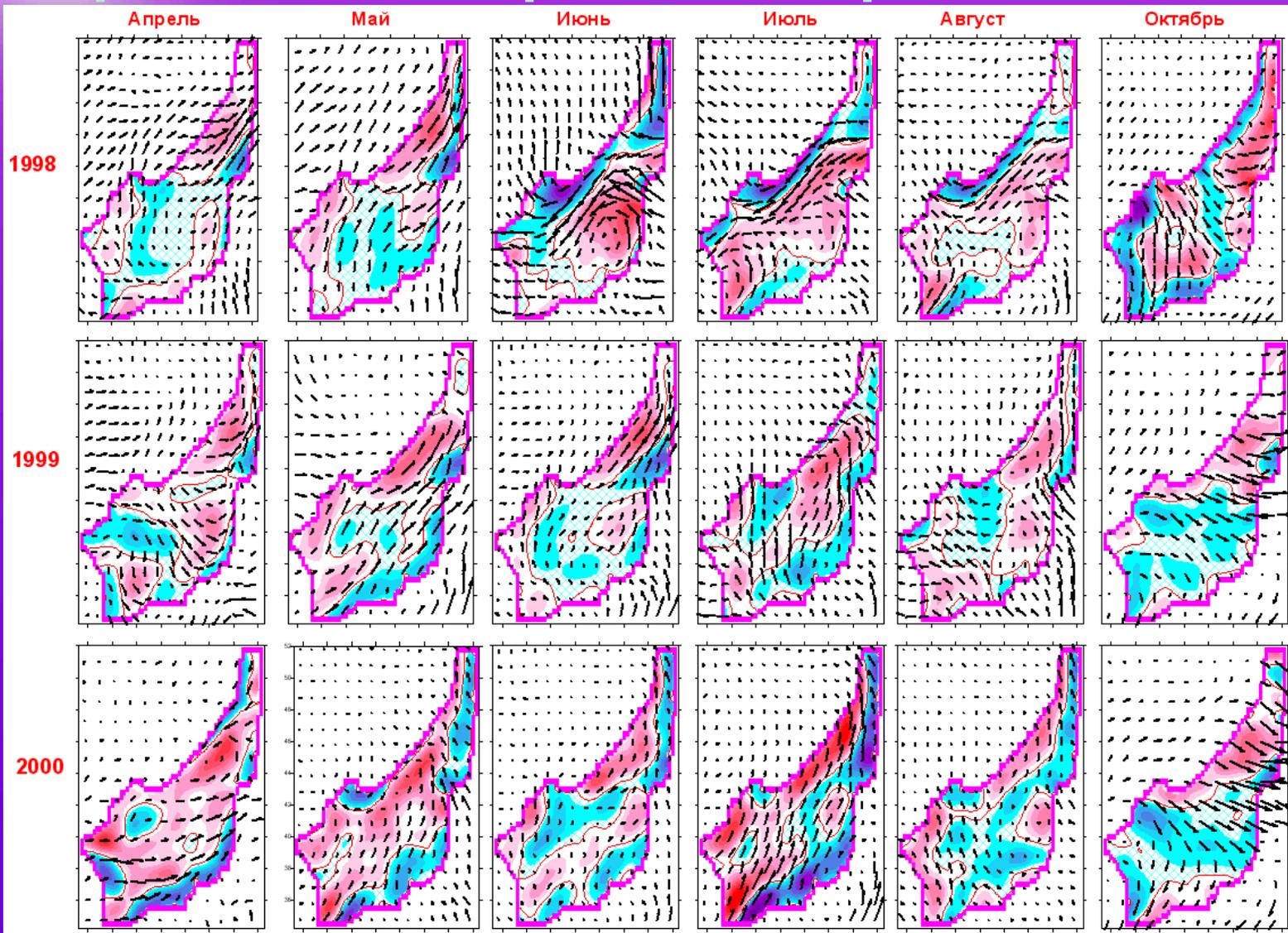
## A-HIGHERS SST (1985-2001 гг.)



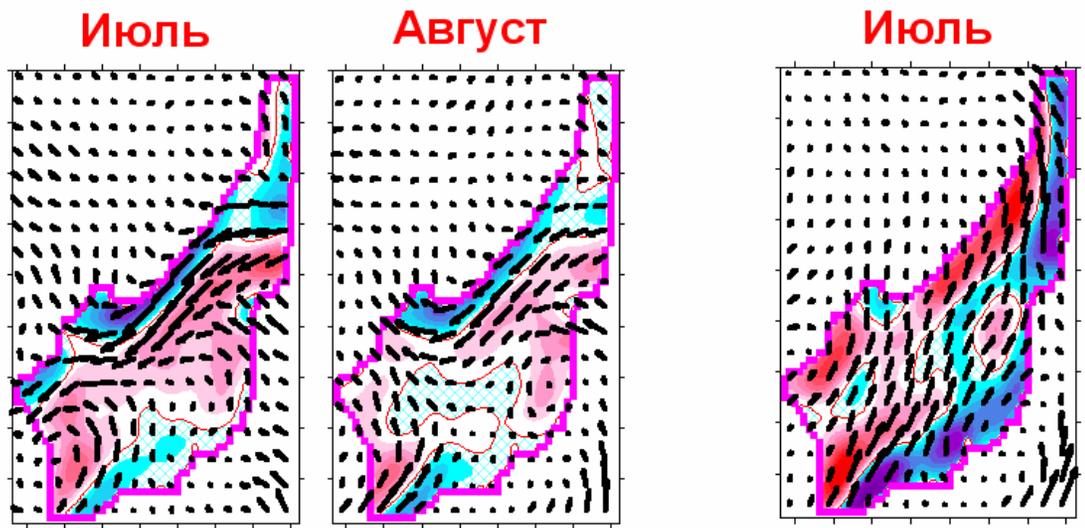
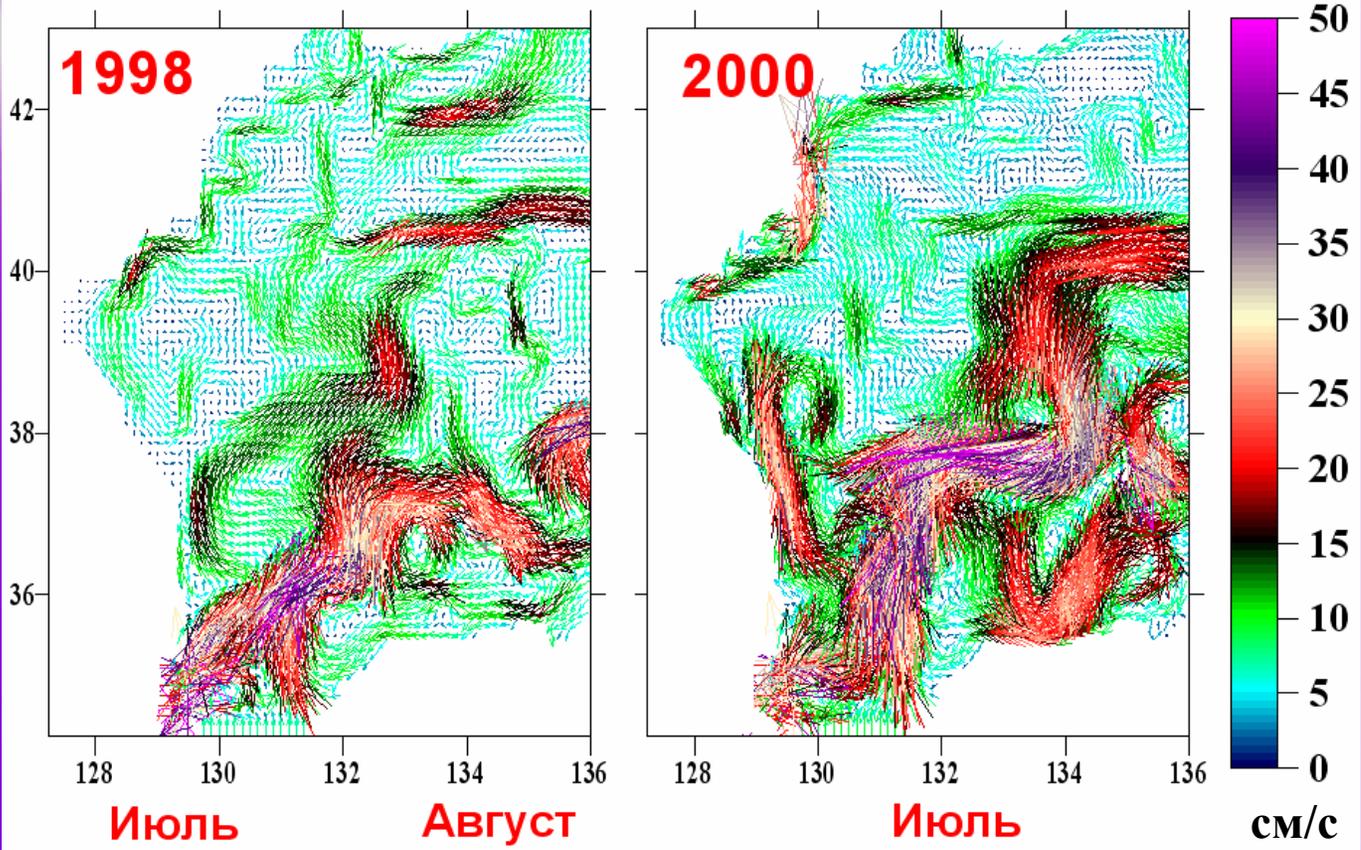
# Ветер 1998 г.



# Ветер в теплый апреле-октябре 1998-2000 гг.



С  
е  
н  
т  
я  
б  
р  
ь



## Выводы

- Отрыв Восточно-корейского течения от берега не связан с широтой смены знака крупномасштабной завихренности ветра. Течение прижимается к берегу в конце зимы – весной и легче отрывается от берега в конце лета – осенью. Последнему способствует повышение нелинейности в период усиления бароклинных течений южной части моря.
- Циклонический (антициклонический) вихрь ветра над юго-западной частью Японского моря способствует (препятствует) повороту Цусимского течения на восток над шельфом и склоном к северу от Корейского пролива и отрыву Восточно-корейского течения от берега.



# Благодарим

- Н.Б. Шапиро и Э.Н. Михайлову, МГИ НАНУ Украины, за предоставленную нам программу модели и консультации
- С.С. Станичного и Ю.Б. Ратнера, МГИ НАНУ Украины, за подготовку данных NSCP
- Х. Кавамуру, университет Тохоку, Япония, за предоставленные данные A-HIGHERS и NG SST
- В.А. Дубину и Д.Д. Каплуненко, ТОИ ДВО РАН, за подготовку данных ТПО

