



НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО ПРОБЛЕМАМ  
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ПРОГНОЗОВ, ЭКОЛОГИИ, КЛИМАТА  
СИБИРИ (к 40-летию образования СибНИГМИ)  
19-20 апреля 2011 г. Новосибирск

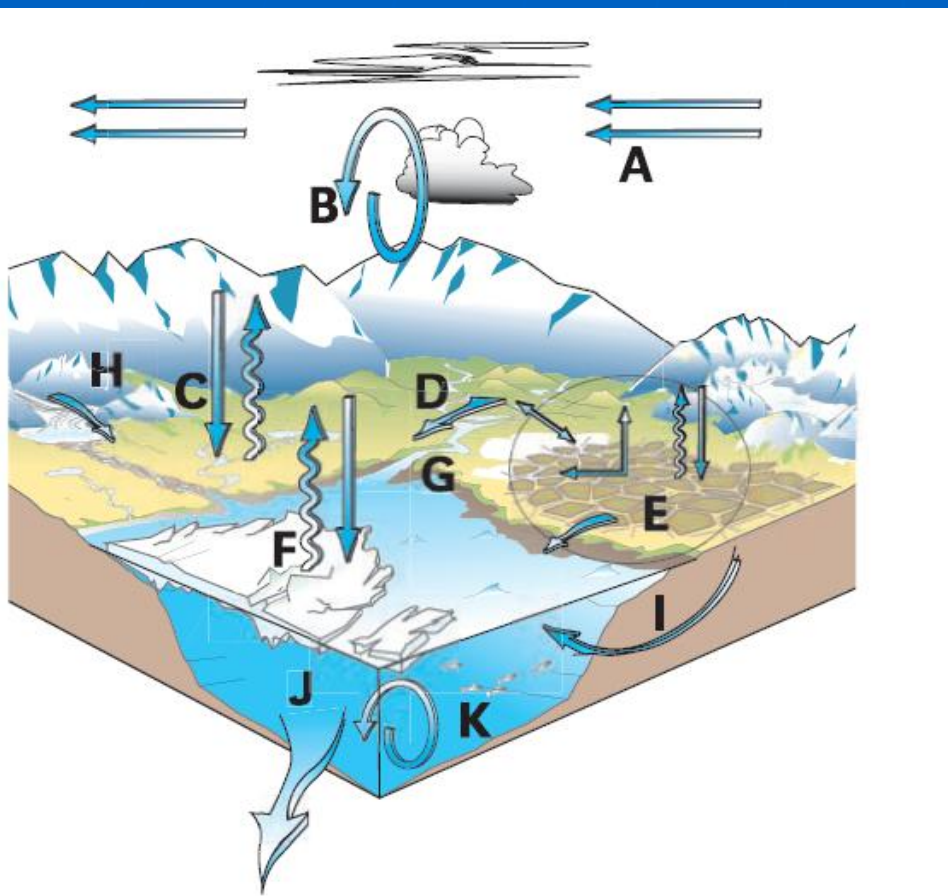


# Влияние стока сибирских рек на изменчивость баланса пресной воды в Арктическом бассейне

В.И.Кузин, Г.А.Платов, Е.Н.Голубева

ИВМиМГ СО РАН, СибНИГМИ  
Новосибирск, 19-20 апреля 2011 г.

# Концептуальная модель гидрологического цикла в Арктике с основными связями между почвой, океаном и атмосферой (Water System Analysis Group, Univ. of New Hampshire)



**A = atmospheric boundary fluxes**

**B = atmospheric dynamics**

**C = land-surface atmosphere exchanges (with vegetation and permafrost dynamics)**

**D = discharge through well-defined flow networks (with groundwater and river channel flow)**

**E = runoff from poorly organized lowland flow systems**

**F = sea ice mass balance and dynamics**

**G = estuarine controls on terrestrial/shelf interactions**

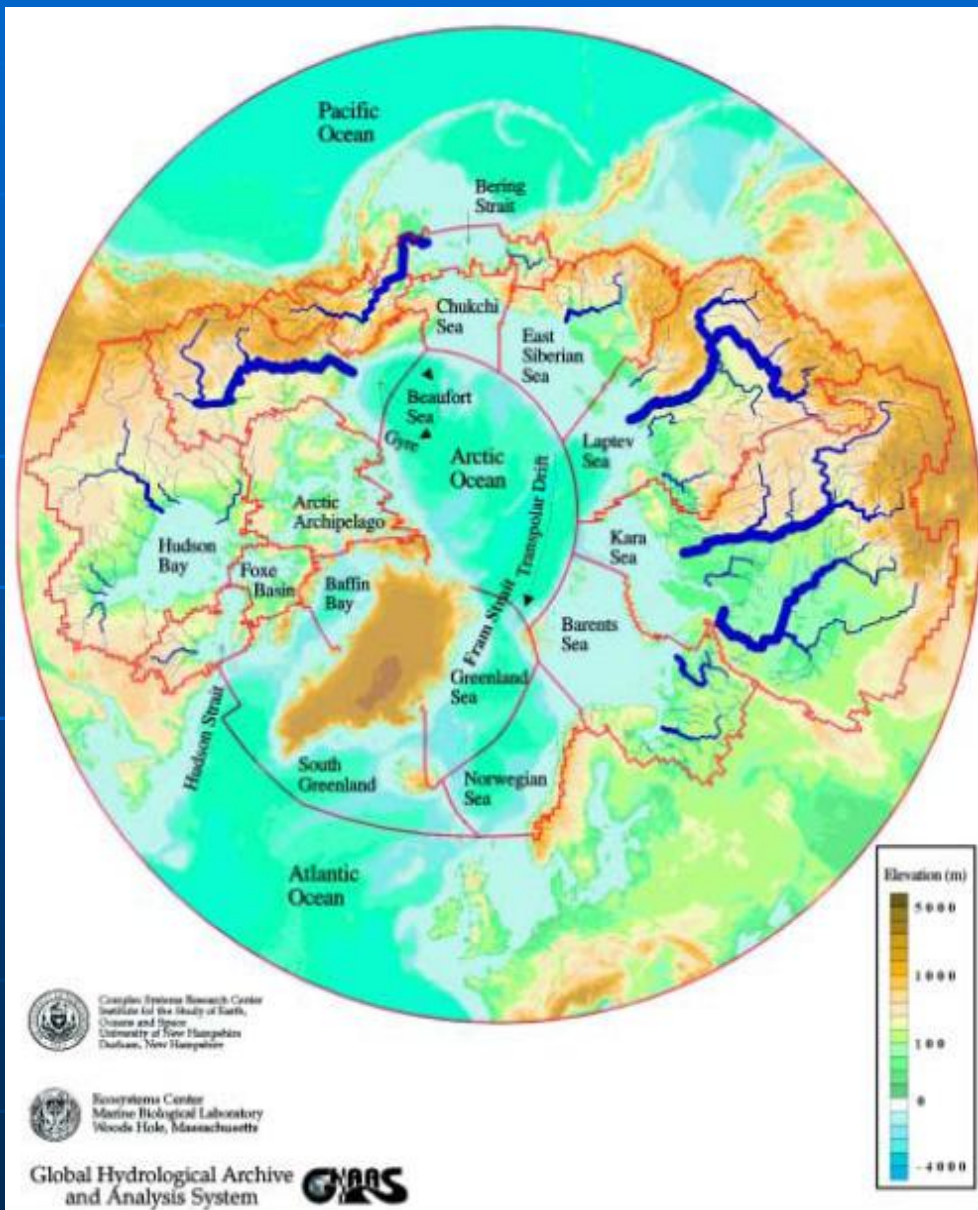
**H = changes in glacial mass balance and associated runoff**

**I = direct groundwater discharge to ocean**

**J = Arctic Ocean dynamics and deep water formation**

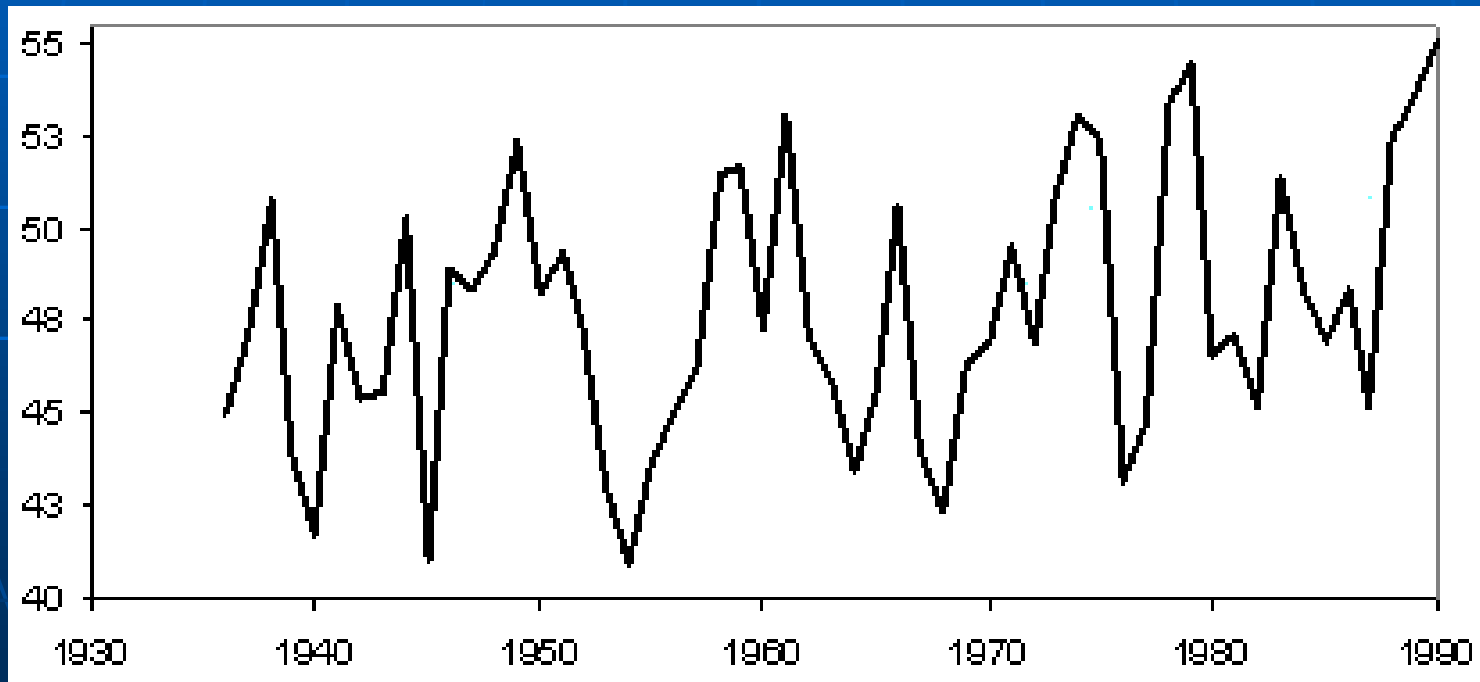
**K = biological dynamics and oceanic food chains**

# Арктический бассейн и основные реки



Арктический бассейн составляет 5% общей площади Мирового океана и всего 1.5% его объема. Однако, он привносит 10% всего объема пресной воды в Мировой океан. Сибирские реки дают около 55% , МcKenzy - 5% , Берингов пролив около 40%.

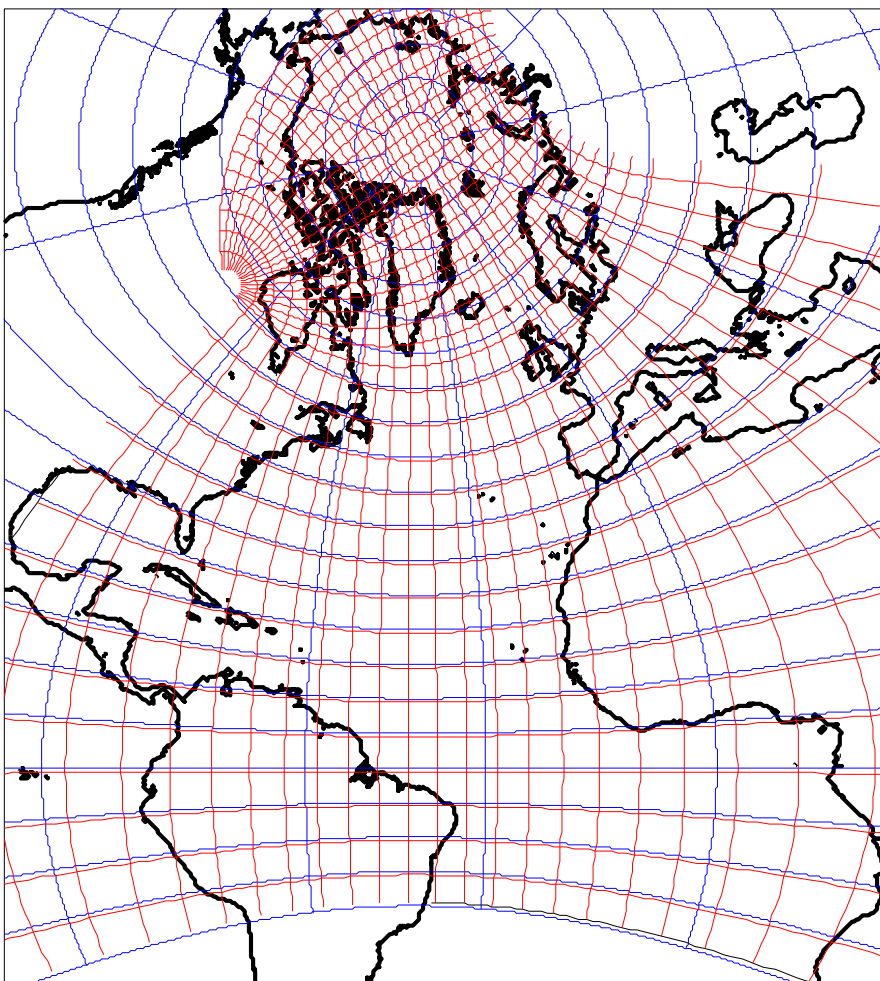
Численные эксперименты с совместной моделью лед – океан для бассейнов Арктического океана и Северной Атлантики проводились для изучения изменчивости баланса пресной воды в Арктике и Северной Атлантике. Отдельной задачей было изучение влияния, которое оказывает межгодовая изменчивость стока сибирских рек на распределение и распространение пресной воды в этих регионах. В численных экспериментах сравнивались результаты, полученные на основе данных наблюдений для стока основных сибирских рек (Обь, Енисей и Лена) с результатами климатических сезонных стоков для этих рек.



Суммарные объемы стоков Обь+Енисей+Лена ( тыс. куб. м/с)

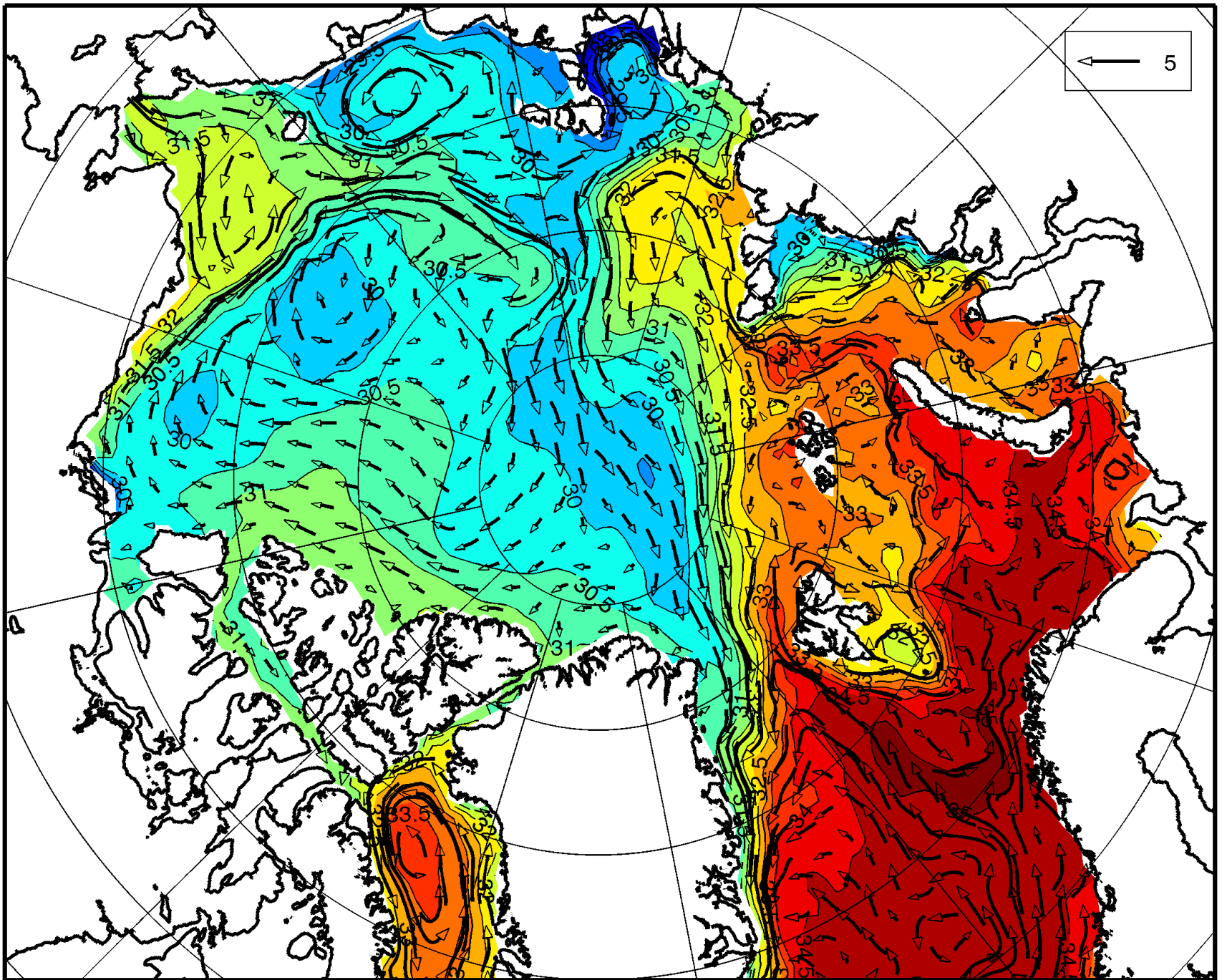


# 3D численная модель циркуляции Арктика – Северная Атлантика

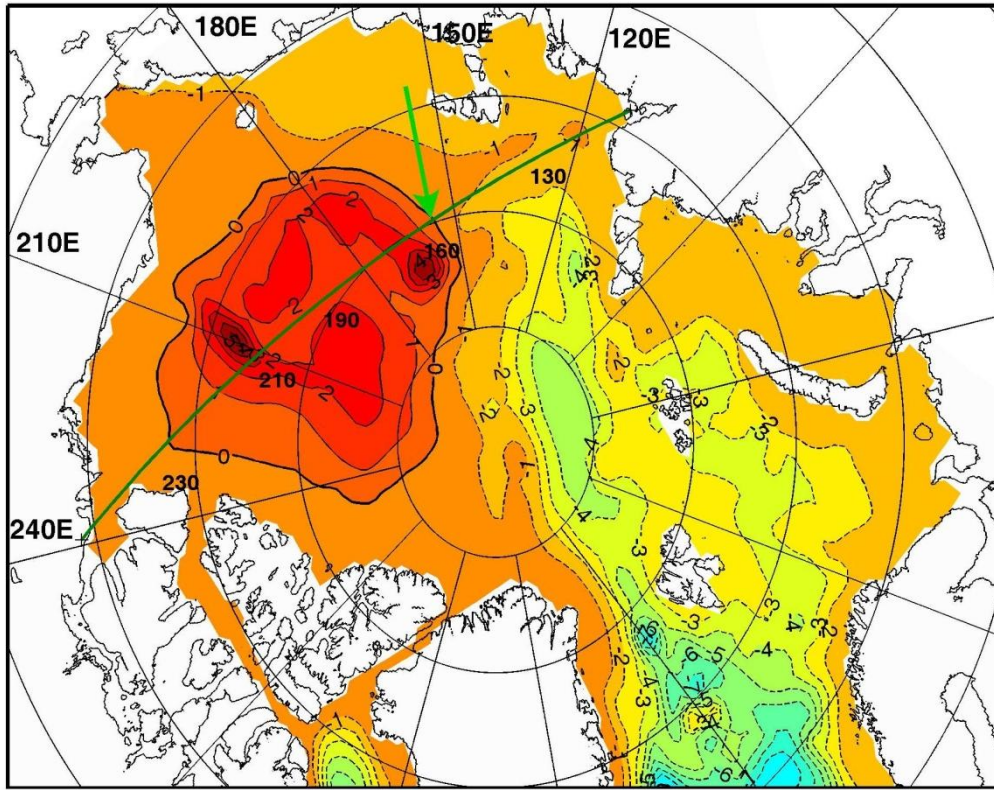


Модель циркуляции океана для бассейнов Арктического океана и Северной Атлантики на сопрягающихся сетках разработана в Институте вычислительной математики и математической геофизики СО РАН.

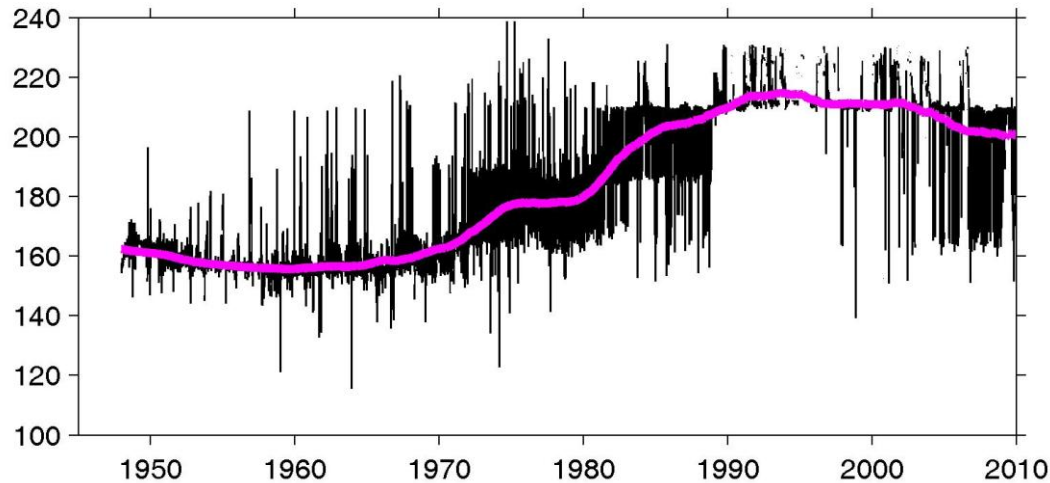
Salinity (psu) and Velocity Vectors (cm/s) (0-50m averaged) 1961



Stream Function (Sv)

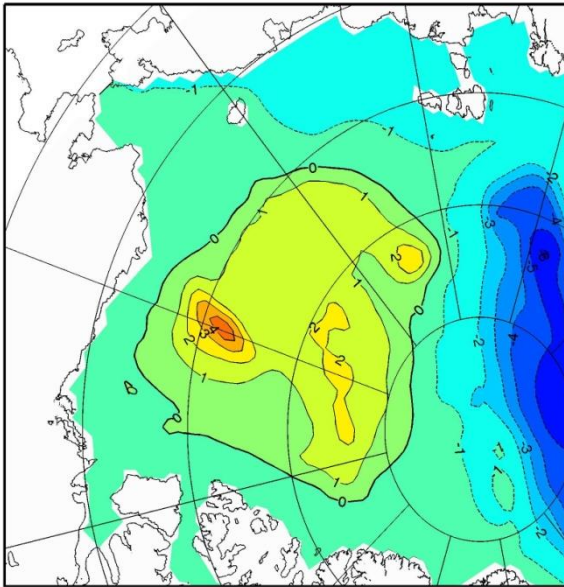


Позиция  
Тихоокеанско -  
Атлантического  
фронта

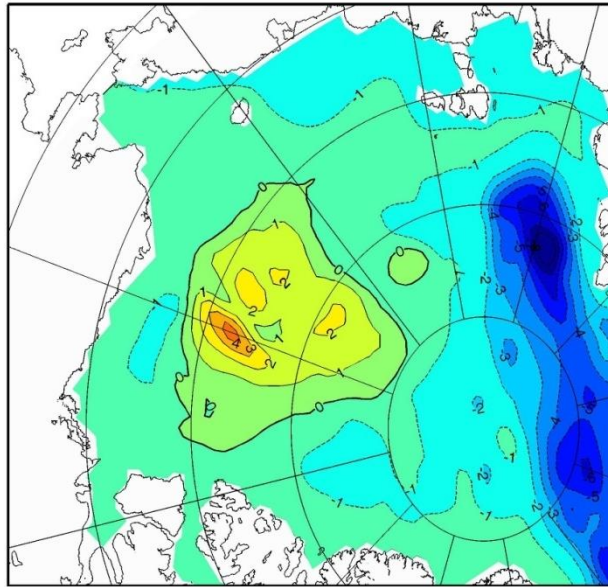




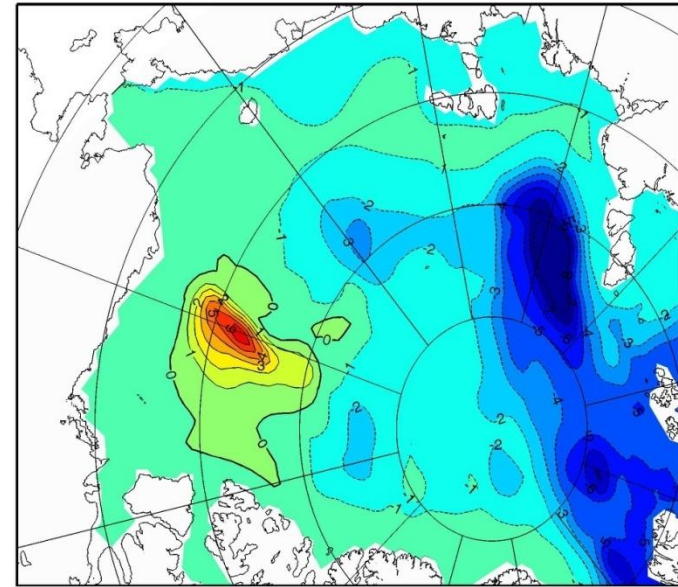
Stream function, years: 1948-1972



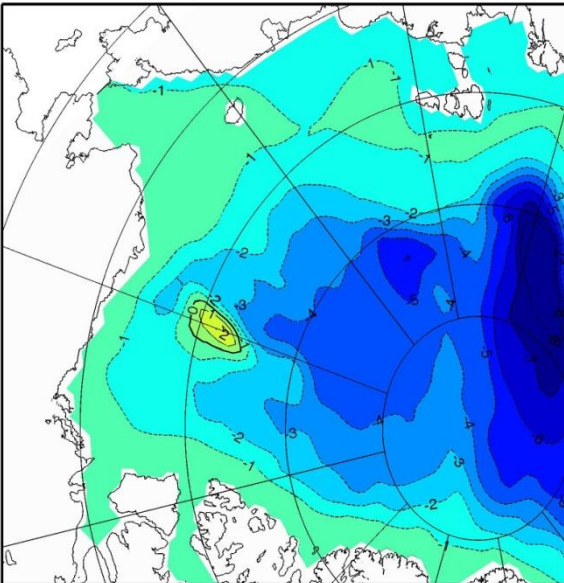
Stream function, years: 1972-1981



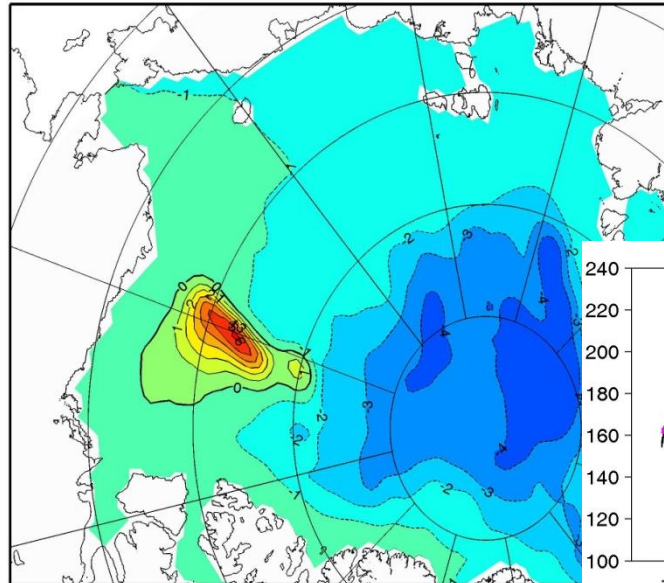
Stream function, years: 1981-1989



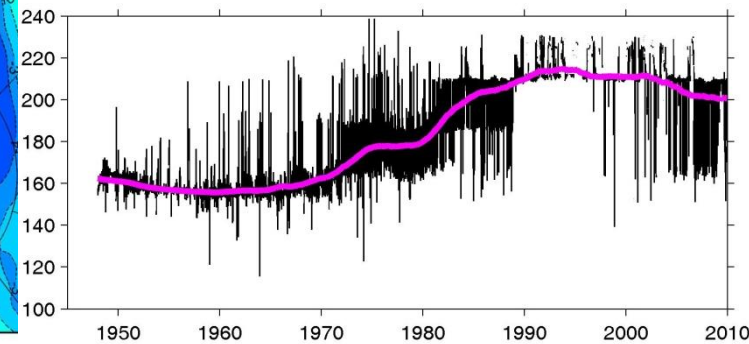
Stream function, years: 1989-2004



Stream function, years: 2004-2009

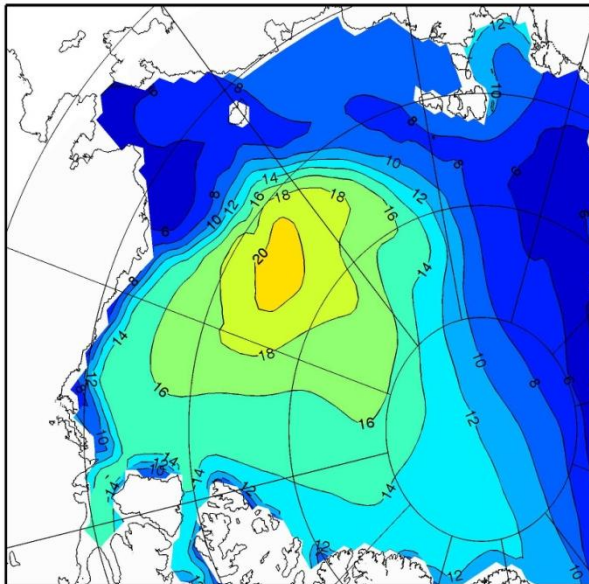


Вариации функции  
тока при изменении  
позиции фронта

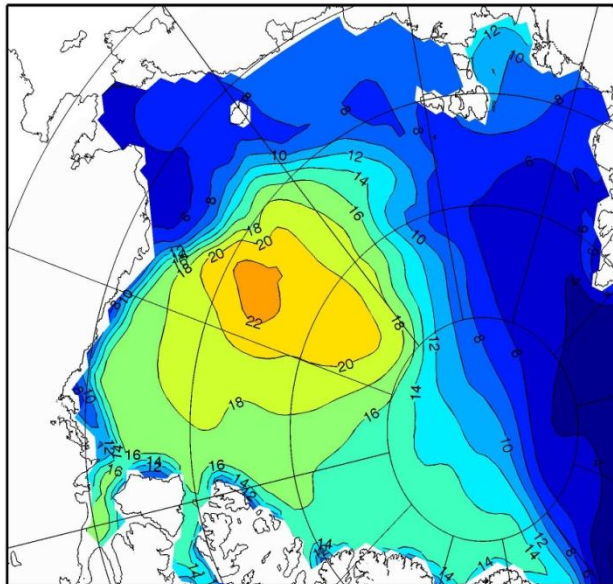




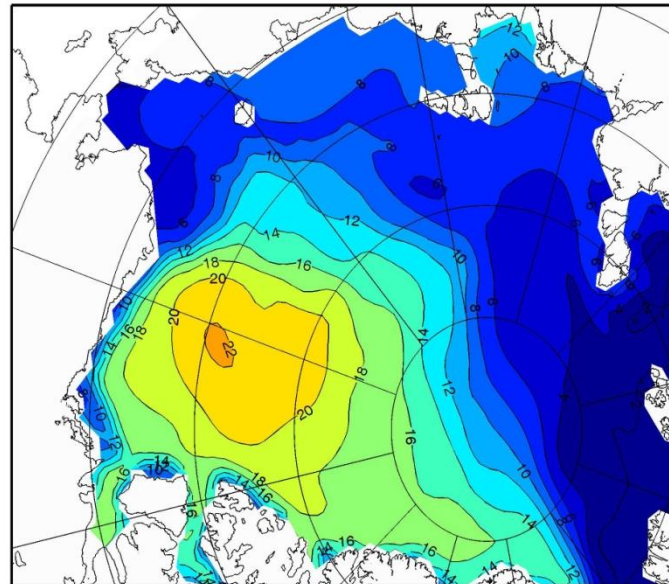
FWC, years: 1948-1972



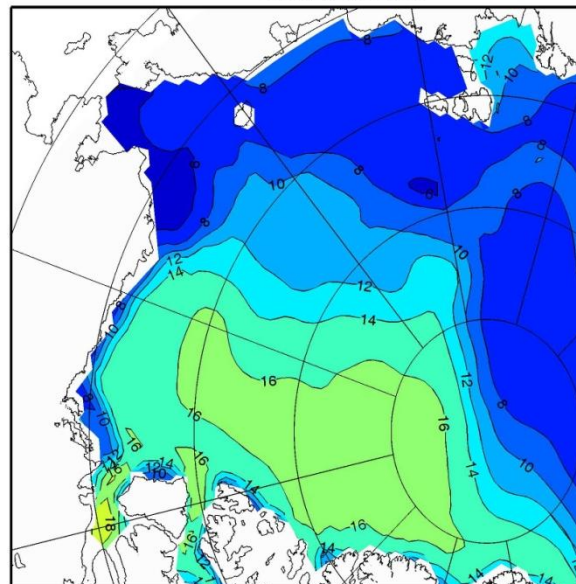
FWC, years: 1972-1981



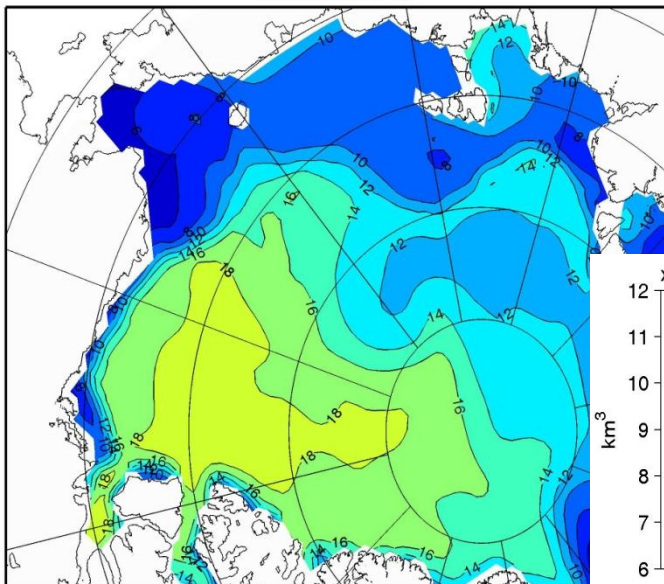
FWC, years: 1981-1989



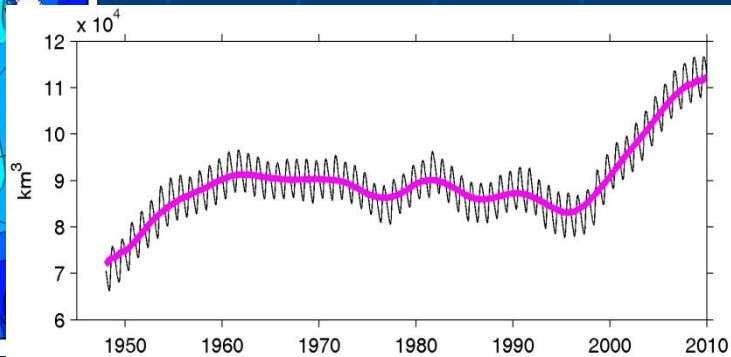
FWC, years: 1989-2004



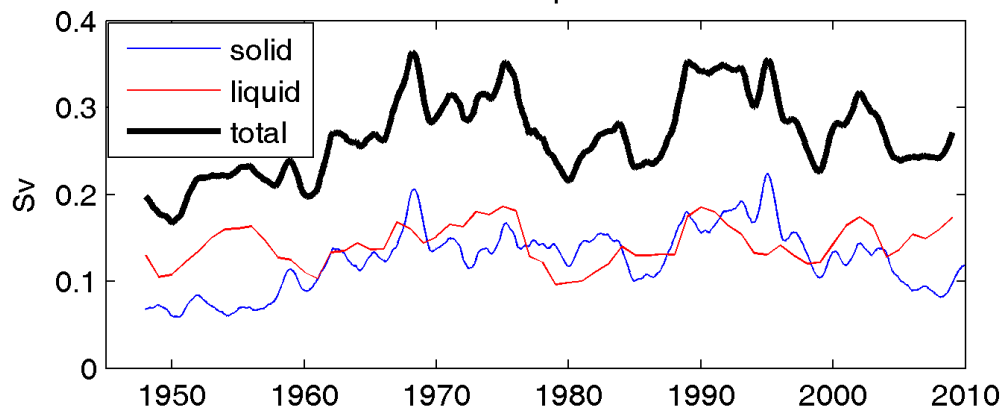
FWC, years: 2004-2009



## Объем пресной воды в Арктике

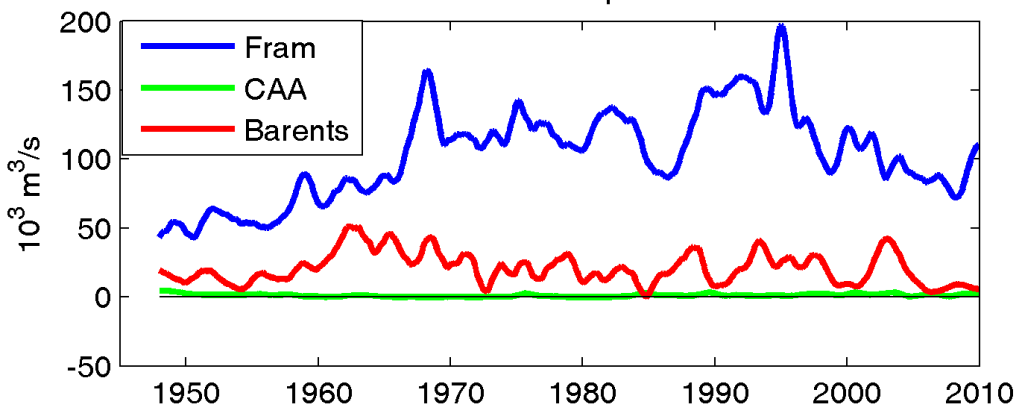


FW export



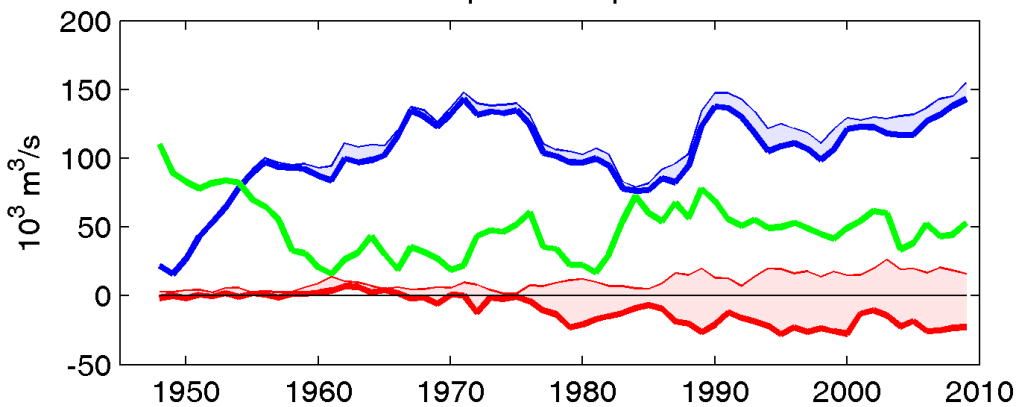
(a) Перенос пресной воды из Арктики в Северную Атлантику;

Solid FW export



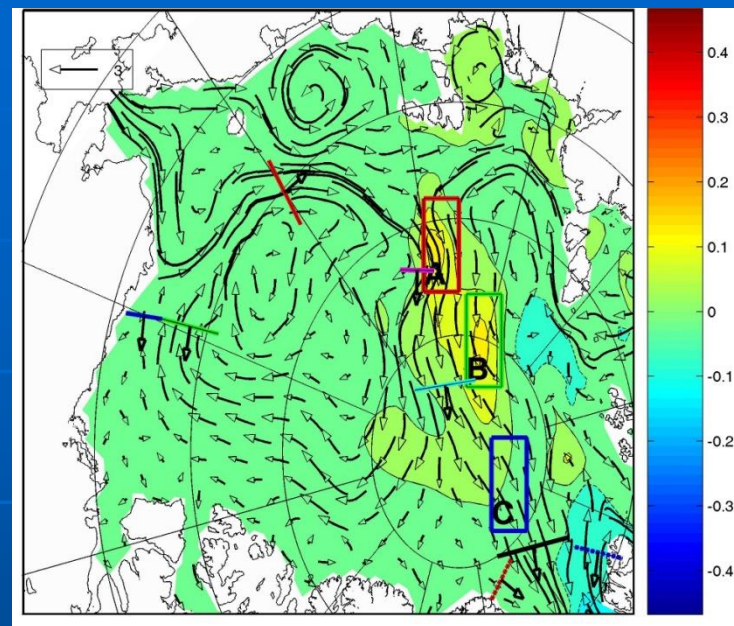
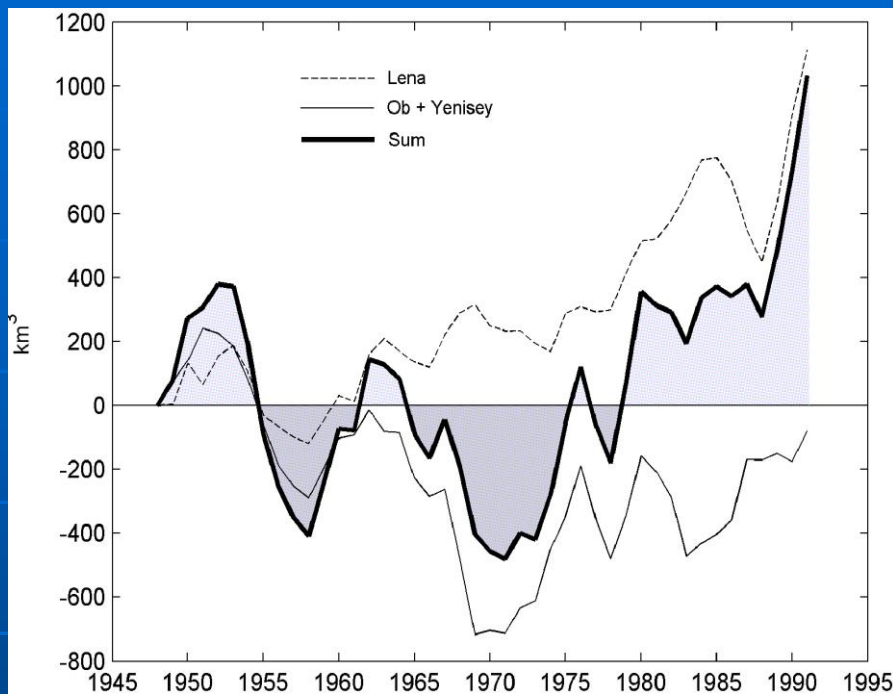
(b) Перенос пресной воды через проливы из Арктики в твердом состоянии;

Liquid FW export

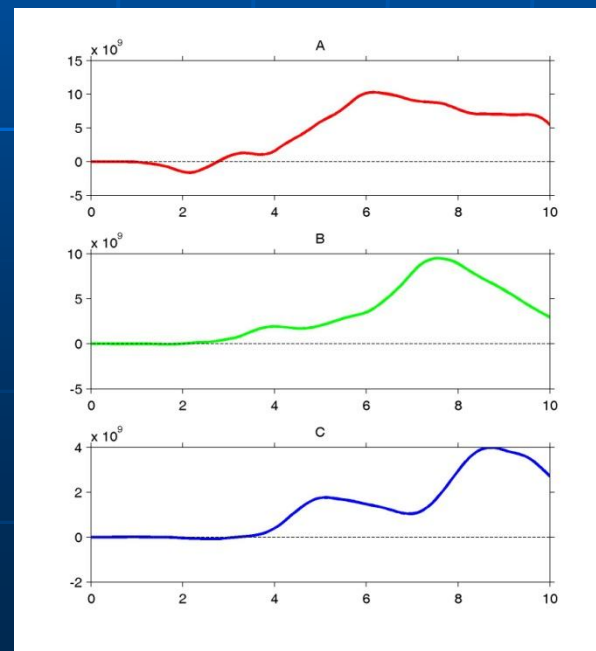


(c) Перенос пресной воды через проливы из Арктики в жидком состоянии.

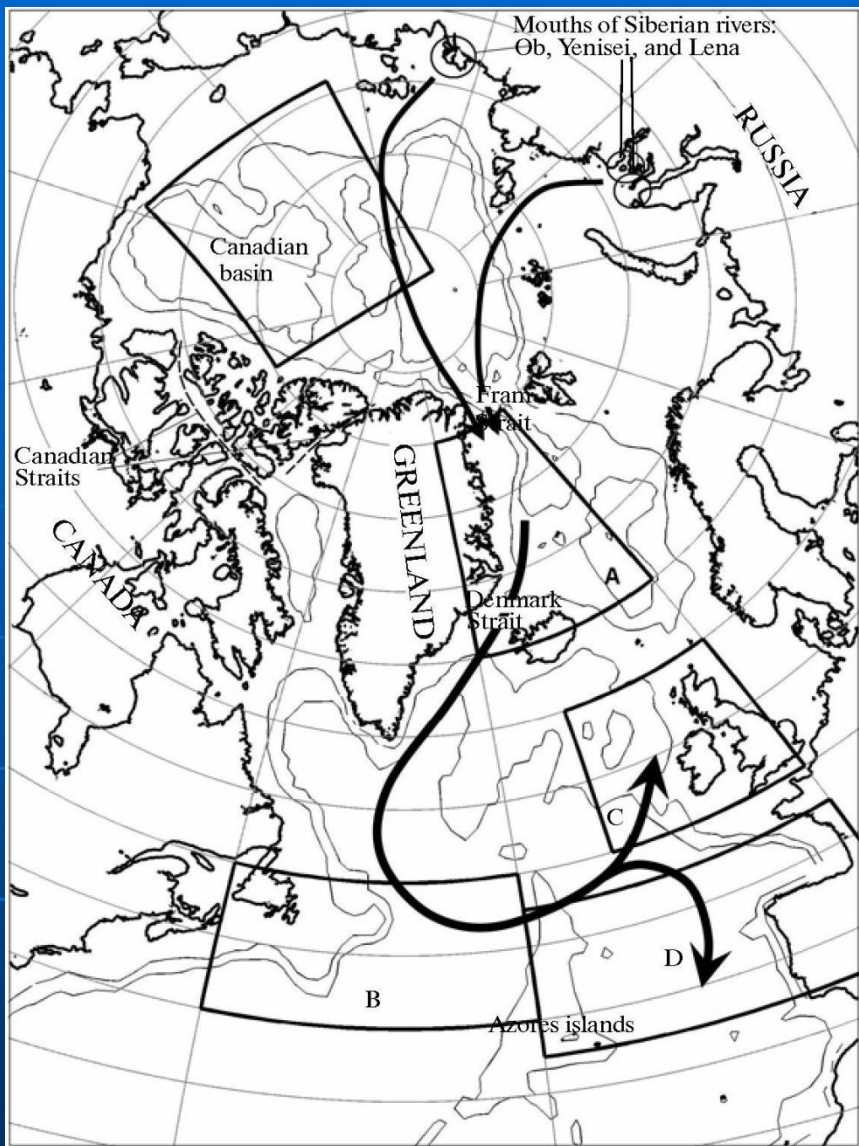
# Включение в модель переменных стоков. Разность объемов между наблюдаемыми и климатическими стоками, аккумулированными с 1948 г.



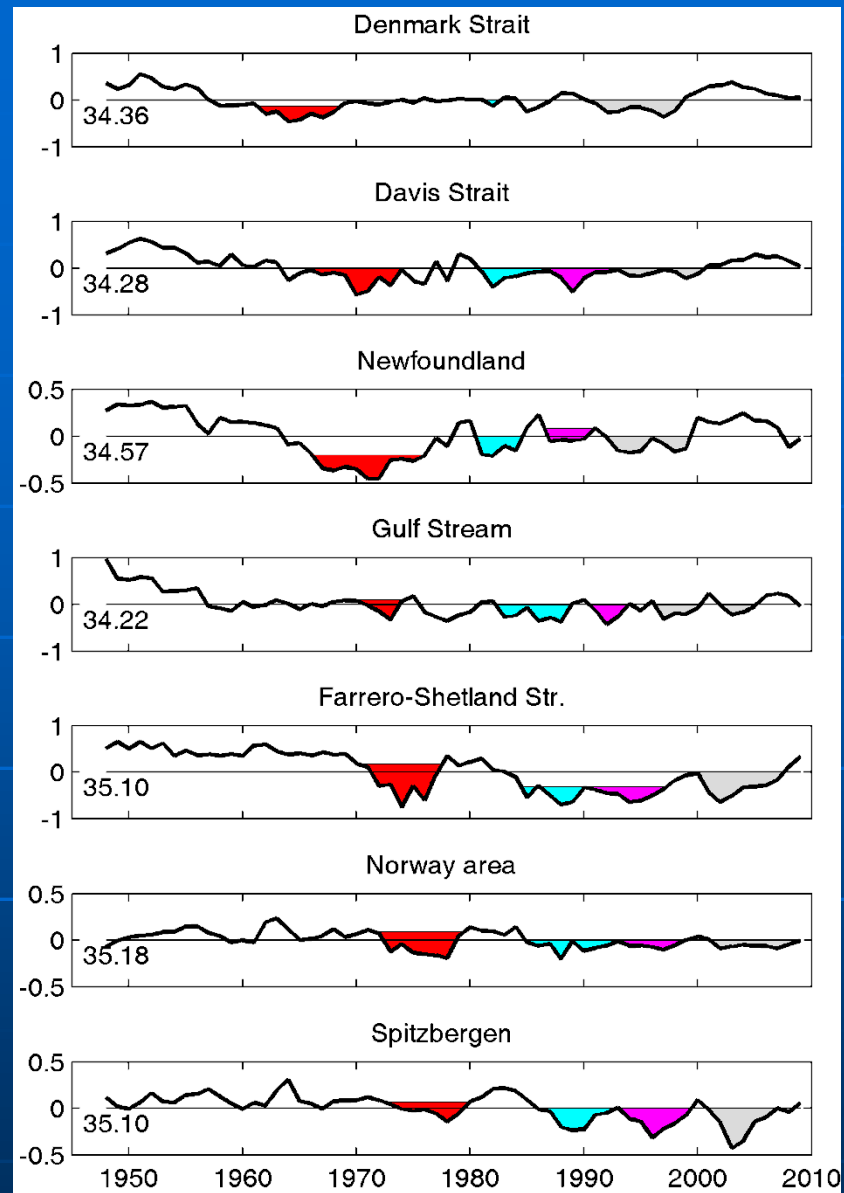
Распространение положительной аномалии объема пресной воды с 1958 г.





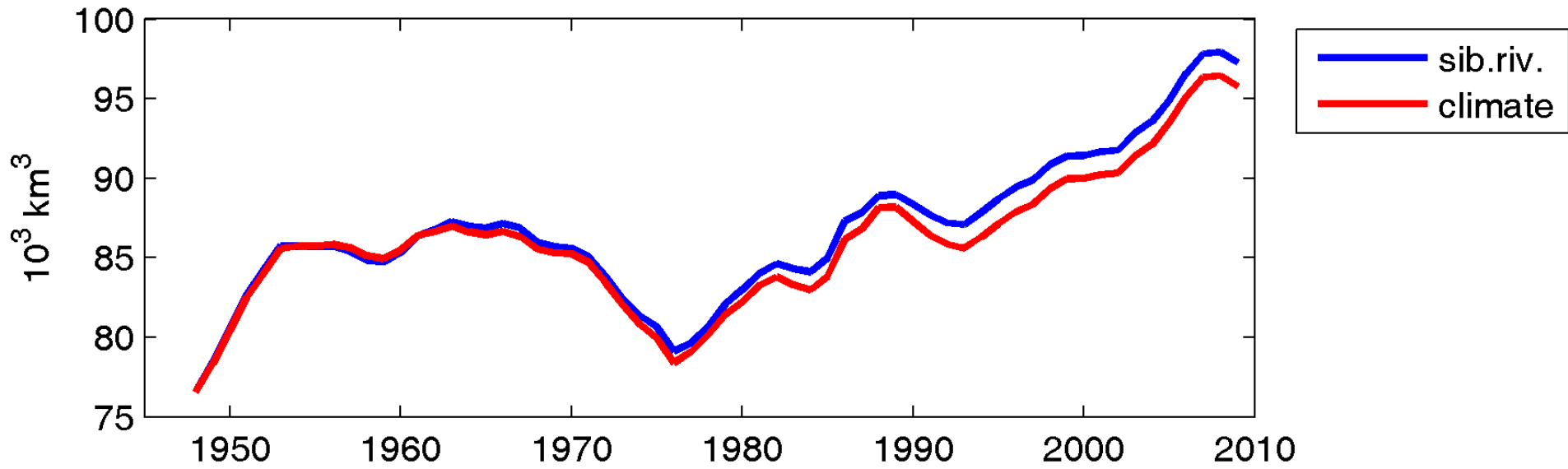


Стрелки в Арктическом океане схематически показывают распространение аномалии пресной воды в 1958-1962 гг.; аномалия возникает из-за разности между климатическим и наблюдаемым стоком. Стрелки в Северной Атлантике указывают на траекторию распространения Большой Соленостной Аномалии.

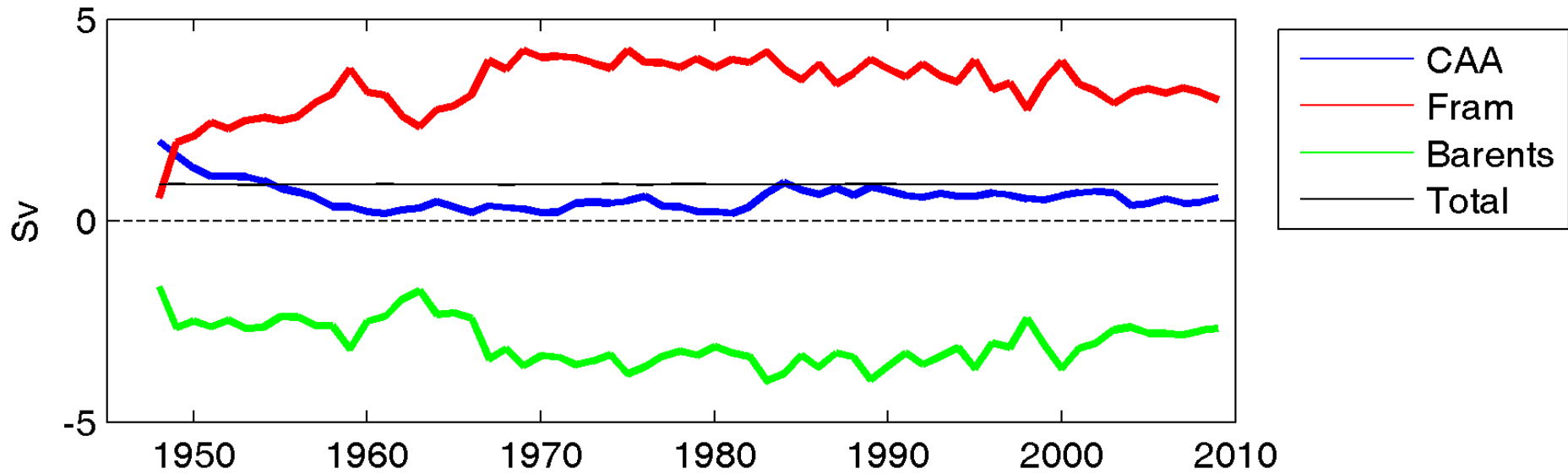


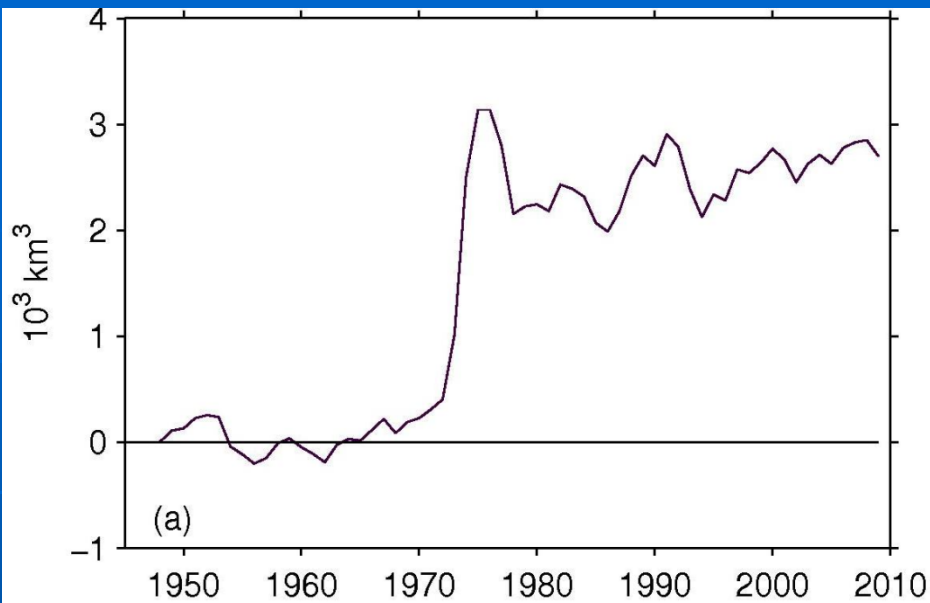
Распространение аномалии солёности в различных регионах

### Arctic FW volume

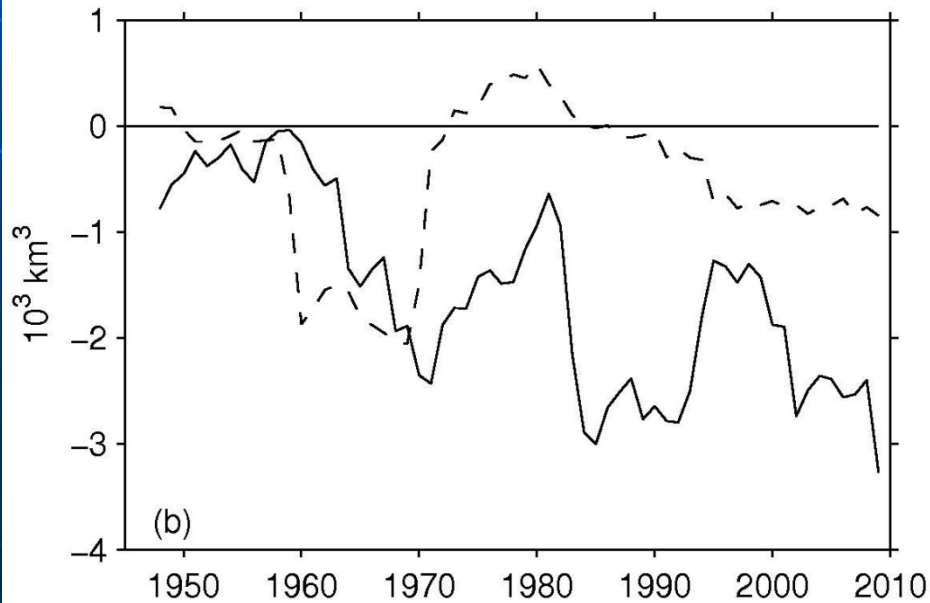


### Strait transports





(a) Разность объемов пресной воды между двумя экспериментами в Арктике и Северной Атлантике;



(b) Объем воды, вовлеченной в вертикальное перемешивание в 1965 - Гренландское море (пунктир) и Азорские острова (сплошная).



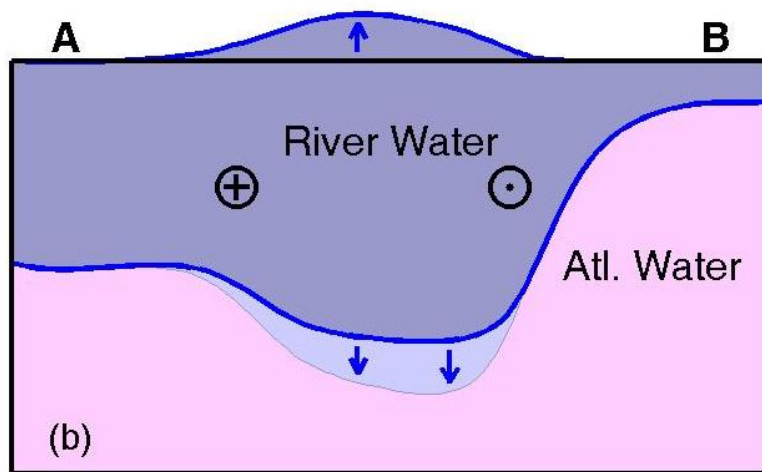
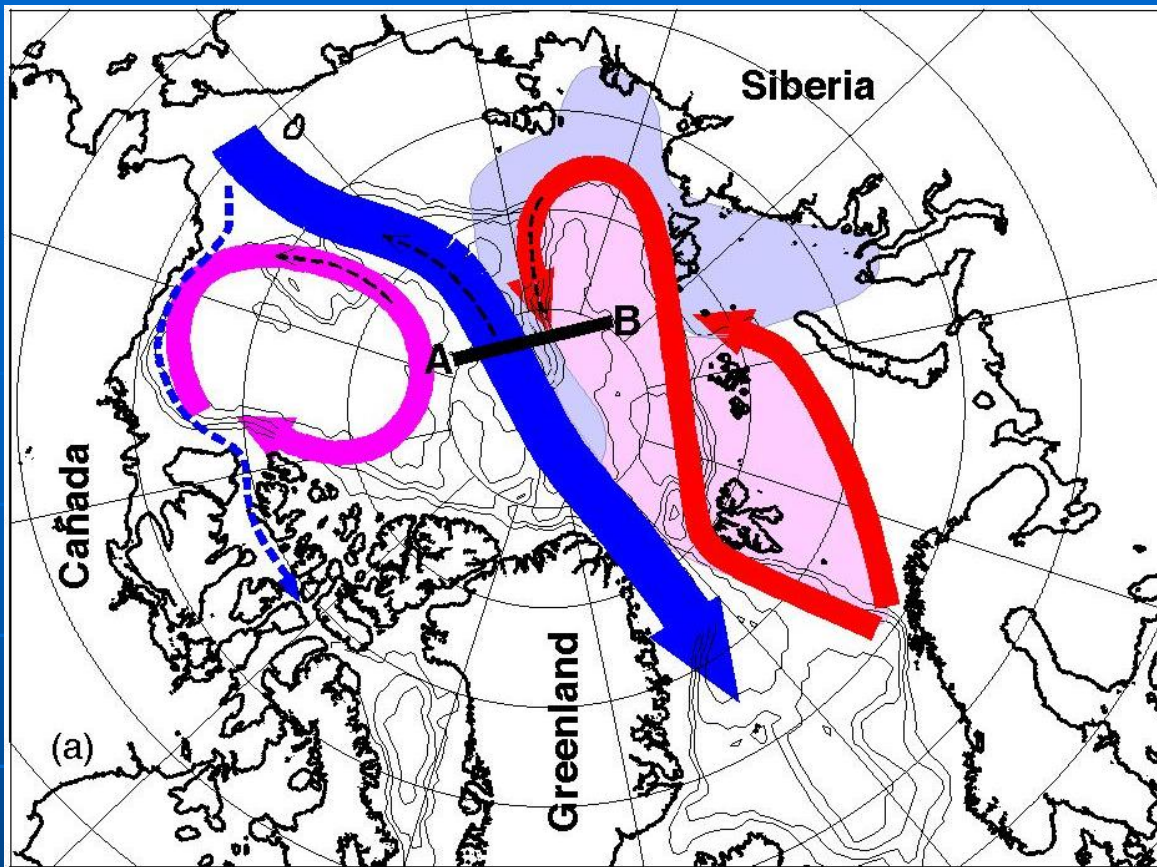
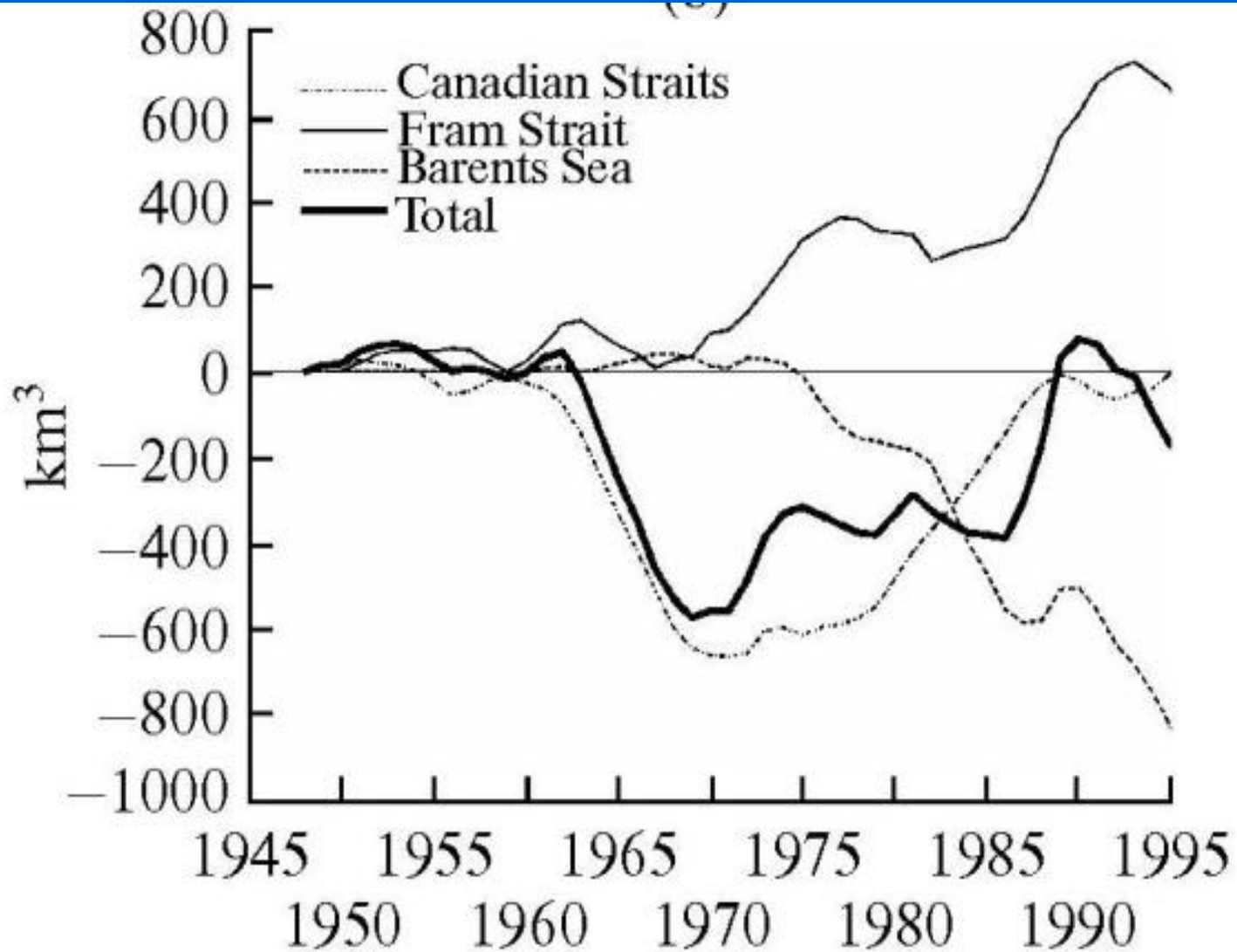


Схема региональной подповерхностной циркуляции вследствие изменений, вызванных речной водой. (а): Синяя линия – трансполярное течение (ТДС), красная – течение Атлантических вод, слева – циркуляция в море Бофорта. Линия АВ показывает сечение, представленное внизу (б). Когда объем ПВ увеличивается градиент давления градиент давления в подповерхностном слое увеличивается и возникает циркуляция ослабляющая ТДС и Атлантическую струю.

Разница в объемах аккумулированной с 1948 г. пресной воды, поступившей из Арктики в Северную Атлантику между двумя экспериментами



Coefficients of correlation of accumulated river discharge with the total loss through the main straits, as well as with losses of freshwater through these straits

Straits	1	2	3
	Total loss through the straits		
Fram Strait	-0.78	4	1.30
Canadian Archipelago	0.59 (0.71)	0 (12)	1.06 (0.98)
Barents Sea	0.74	4	1.23
	Freshwater discharge		
Fram Strait	-0.75	6	1.20
Canadian Archipelago	0.57 (0.71)	0 (12)	1.03 (0.98)
Barents Sea	0.40	7	0.62

Note: (heading 1) Correlation coefficient at the maximum level with respect to the significance level, (heading 2) time lag prior to the maximum response (in years) to the river discharge anomaly, and (heading 3) ratio of the correlation coefficient to the significance level. For the Canadian Archipelago Straits, there is a subsequent second maximum; however, it is less than the significance level because the time series becomes shorter as the time lag increases.



# ВЫВОДЫ

Численные эксперименты показали наличие существенных вариаций содержания пресной воды в Арктическом бассейне и Северной Атлантике под влиянием внешних воздействий и внутренней динамики.

Показано, что межгодовая изменчивость стока рек может привести к существенным последствиям, несмотря на их малость по сравнению с общим переносом воды в океане. Эти последствия включают:

- (1) интенсификацию циклонической или антициклонической подповерхностной циркуляции и, как результат, перераспределение потоков пресной воды между проливом Фрама и проливами Канадского Архипелага.
- (2) Изменения в направлении потоков пресной воды существенно влияют на их поведение в Северной Атлантике в субполярном переносе вследствие изменения условий вертикального перемешивания. Вследствие этого аномалии пресной воды могут перемещаться достаточно далеко от их источников, достигая района Азорских островов.