

**«Комплексные научные исследования и сотрудничество в Арктике:  
взаимодействие вузов с академическими и отраслевыми  
научными организациями»**



**Мониторинг изменения климата и гидрометеорологической  
обстановки в связи с развитием природопользования  
в Западной Арктической зоне Российской Федерации**

И.Е. Фролов, А.И. Данилов, В.Г. Дмитриев, Г.В. Алексеев, Е.У. Миронов,  
В.Г. Смирнов

*ГНЦ РФ «Арктический и антарктический научно-исследовательский институт»*

**26 февраля 2015 г.  
Архангельск, САФУ**

# СОДЕРЖАНИЕ

## О ГЛОБАЛЬНЫХ ИЗМЕНЕНИЯХ КЛИМАТА ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА В АРКТИКЕ

- Приповерхностная температура воздуха
- Морской ледяной покров
- Морская среда
- Изменения в Баренцевоморском регионе
- Влияние Северной Атлантики

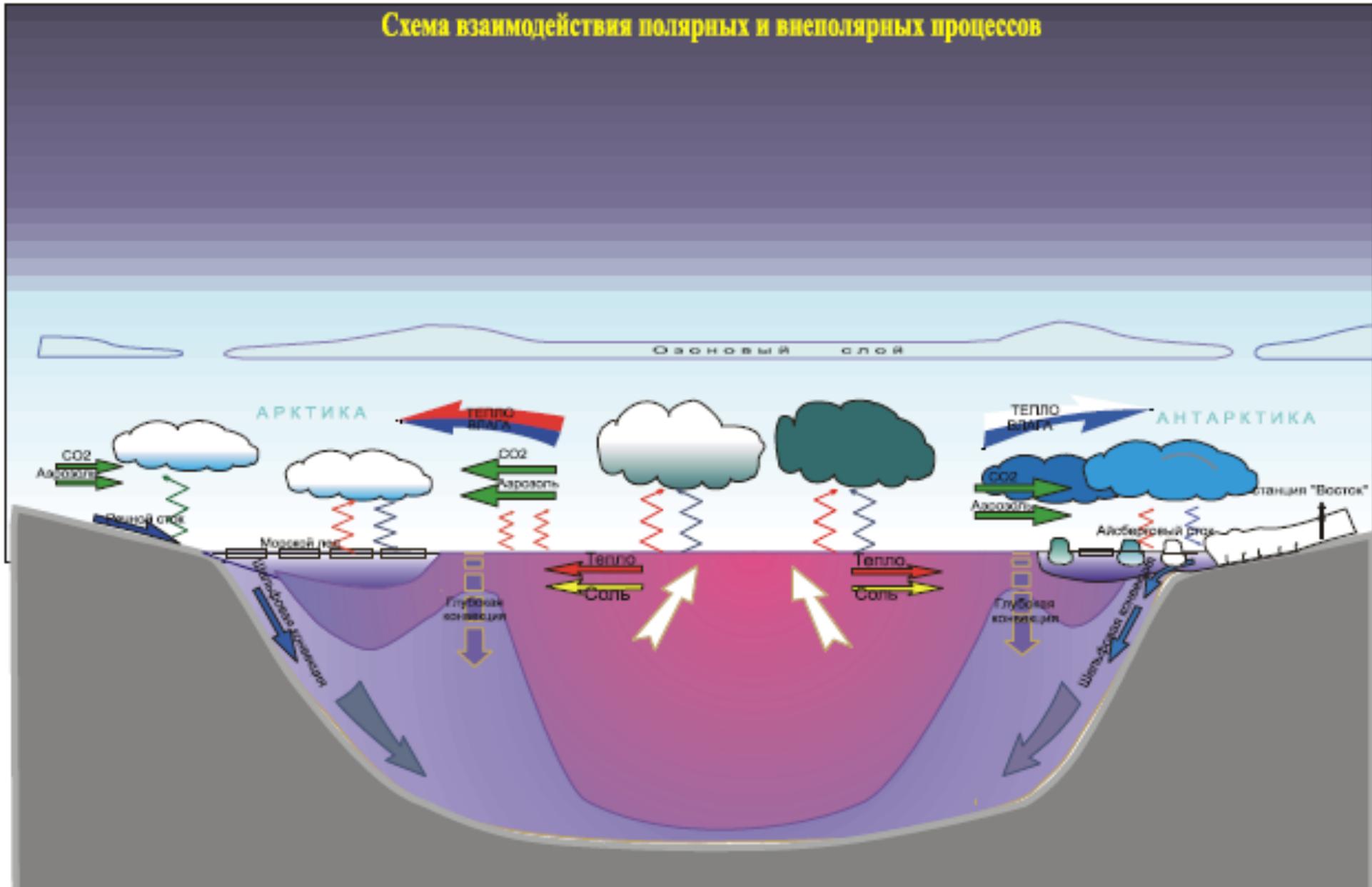
## ВЛИЯНИЕ НА ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ В ЗАПАДНОЙ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ РФ

- Опасные природные и антропогенные воздействия
- Разработка методов смягчения и предотвращения опасных последствий

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

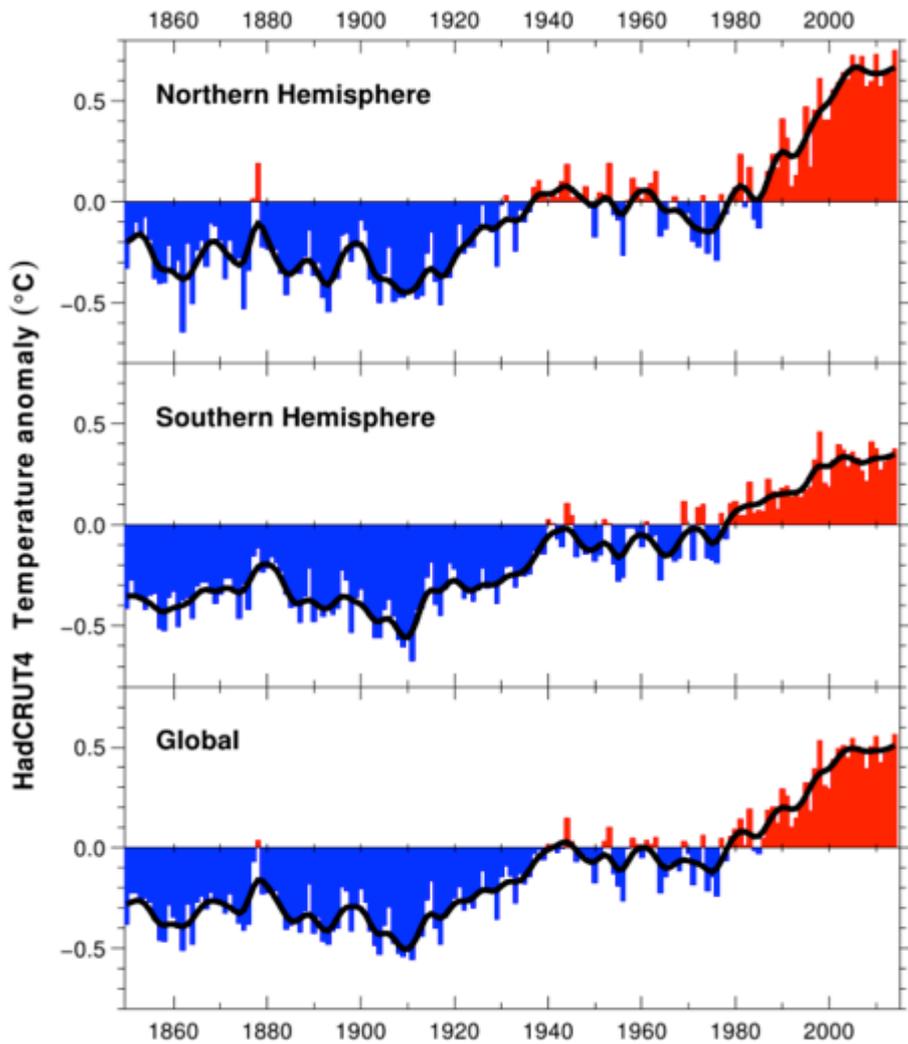
# Арктика как часть глобальной климатической системы

Схема взаимодействия полярных и внеполярных процессов

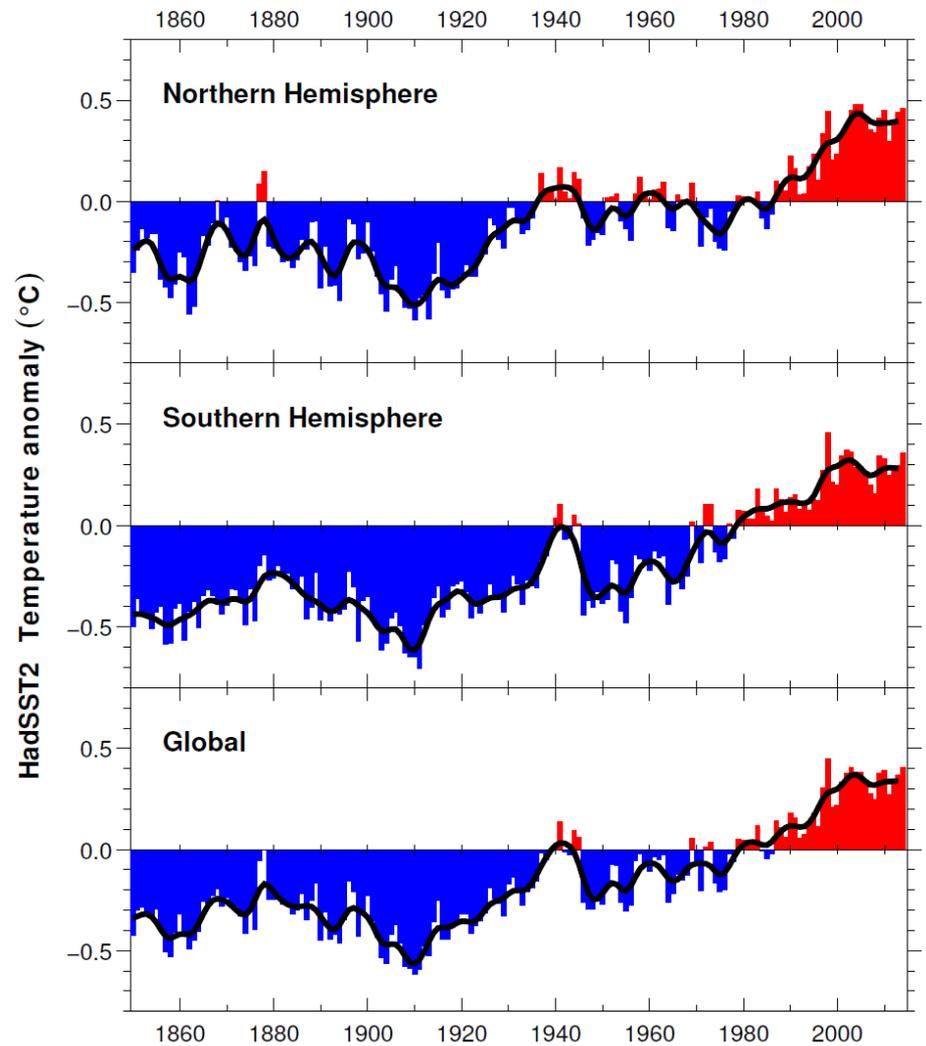


# Средние по полушариям и глобально

## Температура воздуха



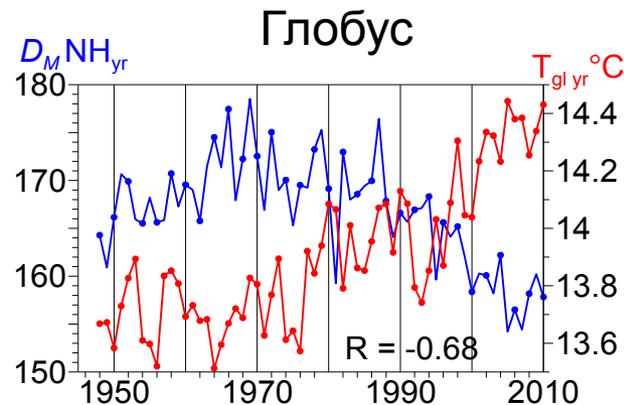
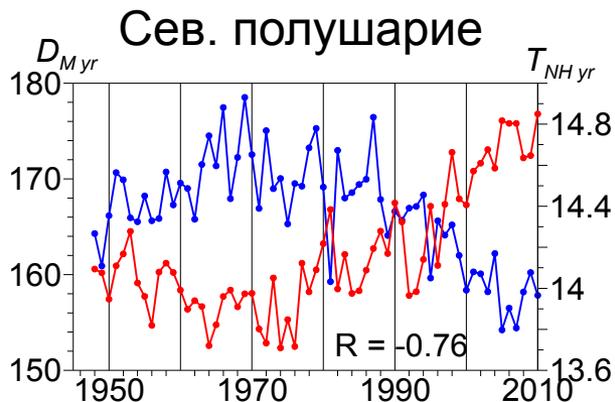
## Температура воды



# Оценки роли меридионального переноса тепла и влаги (МПТВ)

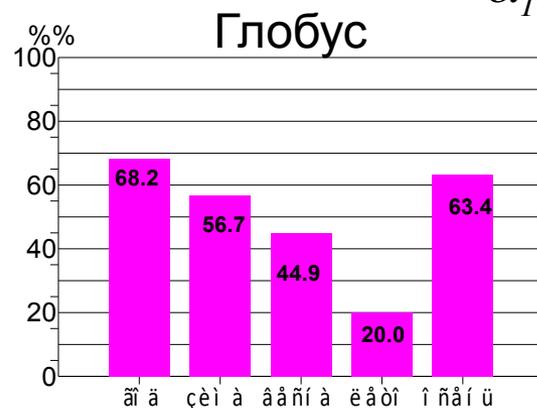
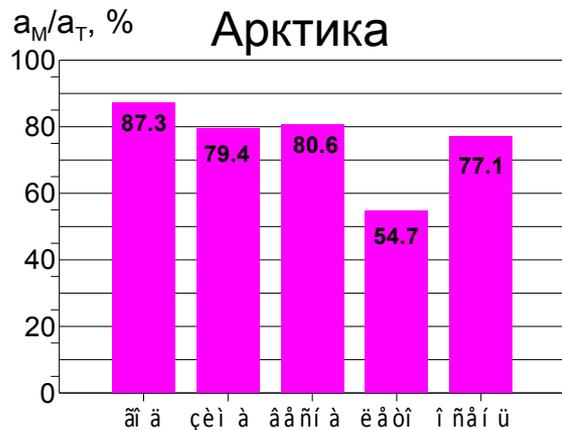
$$D_M = \left\langle (T_\varphi - \langle T_\varphi \rangle)^2 \right\rangle_\varphi, T_\varphi = \langle T_{\varphi\lambda} \rangle_\lambda, \langle T_\varphi \rangle = \langle T_\varphi \rangle_\varphi$$

$$A_E = \int_{atm} \frac{1}{2} \gamma c_p [(T')^2] dm - \text{вихревая доступная потенциальная энергия (Ван Мигем, 1977)}$$

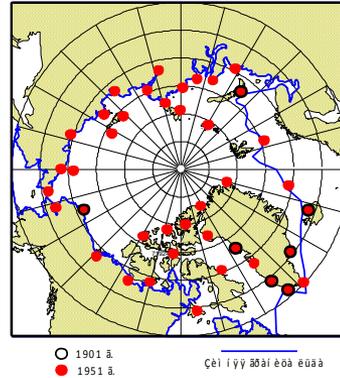
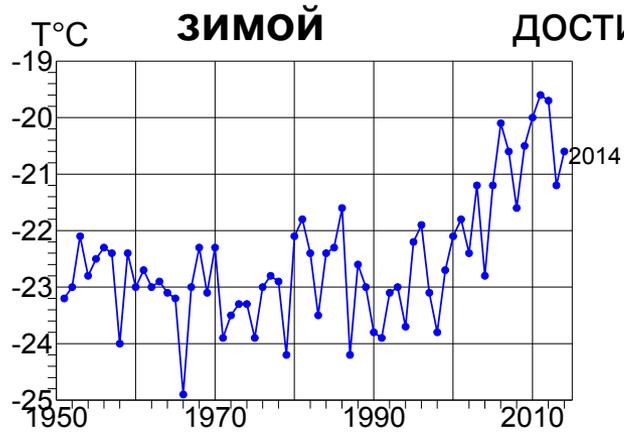


## Вклад МПТВ в тренд средней ПТВ в 1969-2008 гг

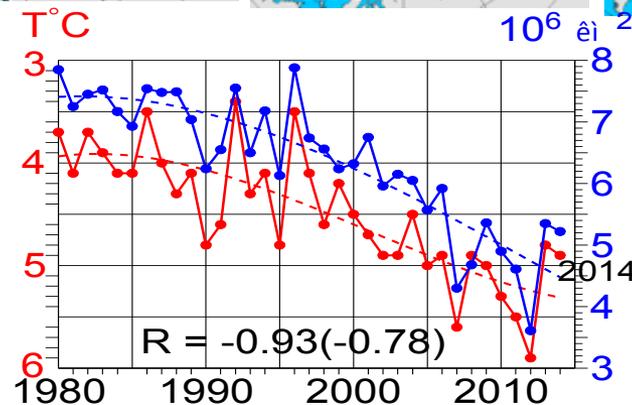
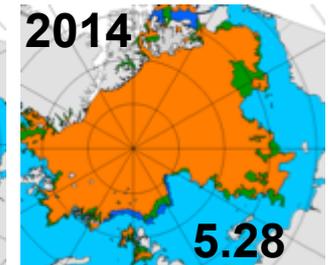
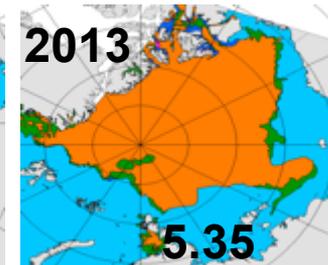
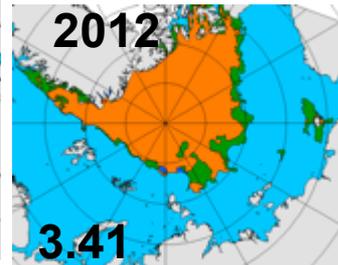
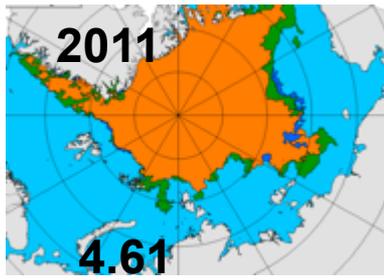
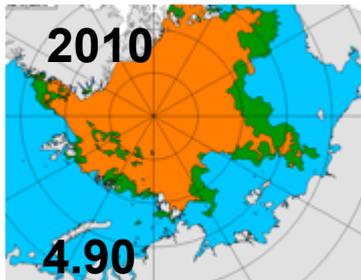
$$T_M = \beta_{DT} D_M, T_M = \beta_{DT} (\alpha_M t + D'_M); \alpha_M = \beta_{DT} \alpha_M; \alpha_T = \alpha_M + \alpha_R; C_M = \frac{\alpha_M}{\alpha_T}$$



# Температура воздуха в морской Арктике в 1951-2014 гг.



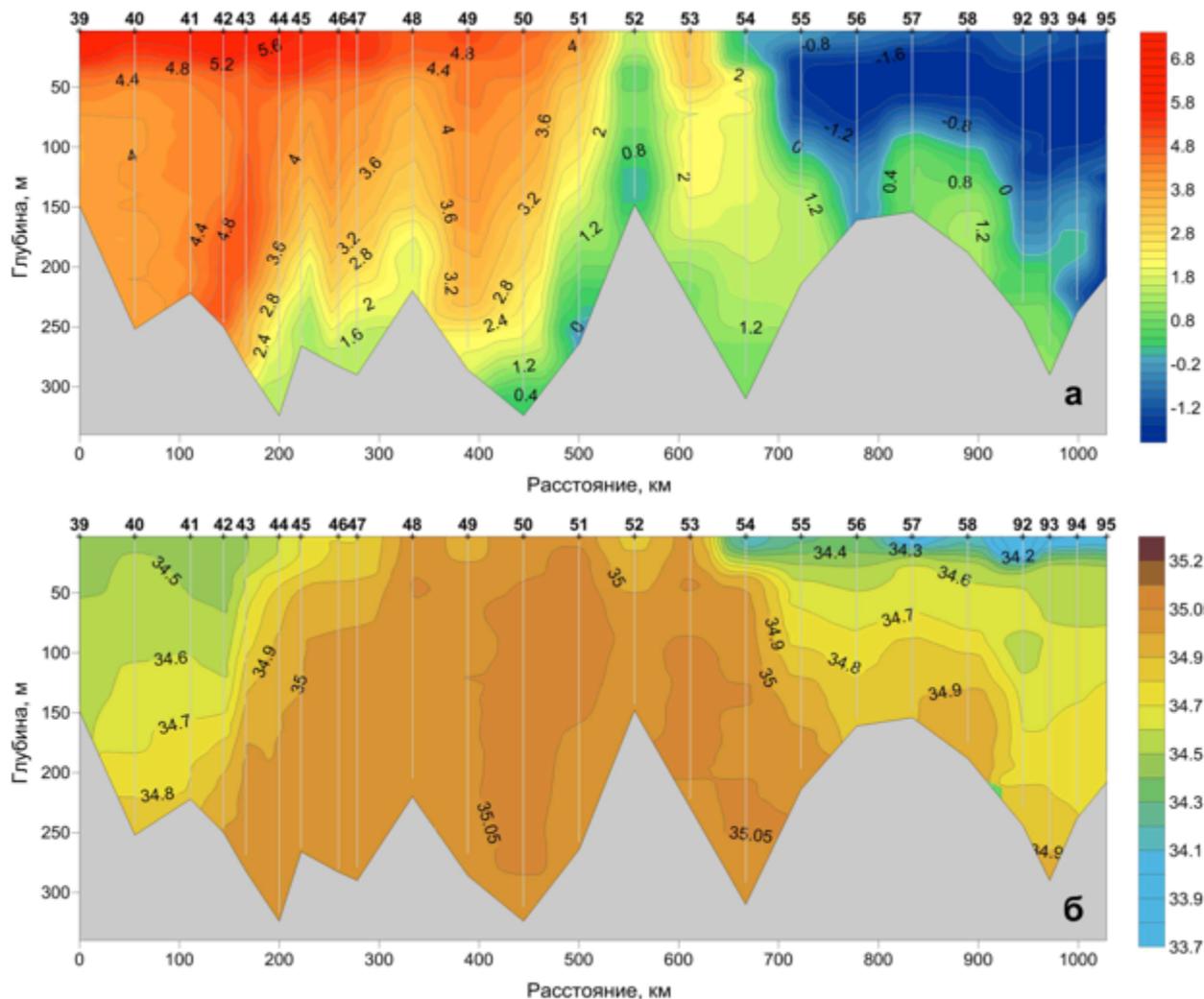
## Морской ледяной покров в середине сентября (распространение и сплоченность)



Площадь льда и летняя температура тесно связаны



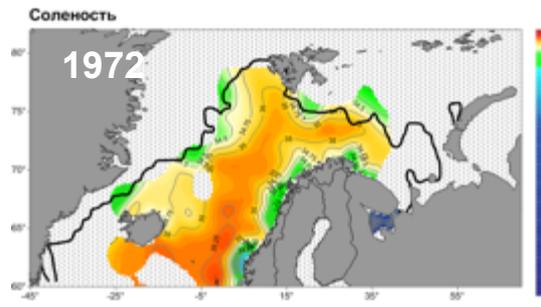
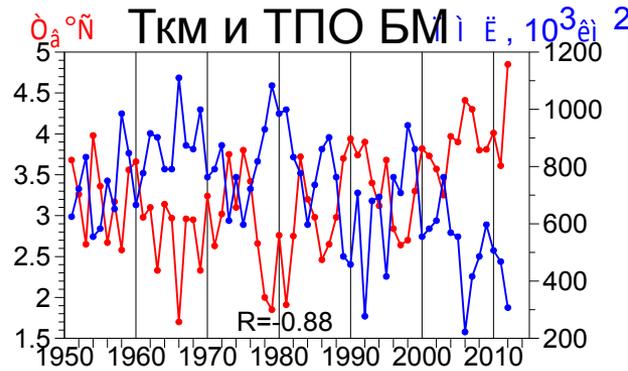
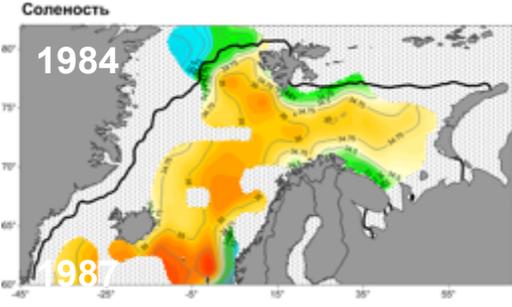
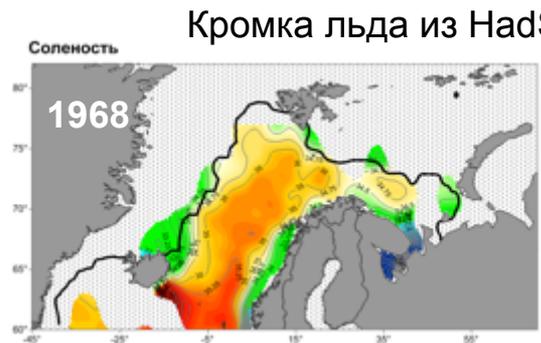
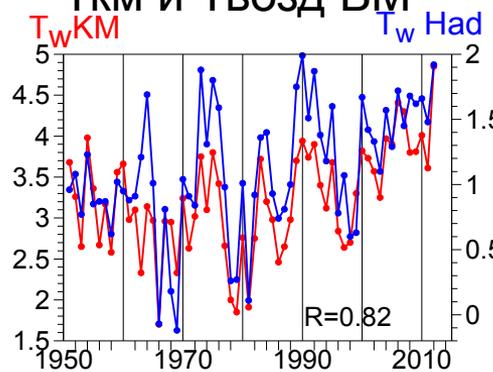
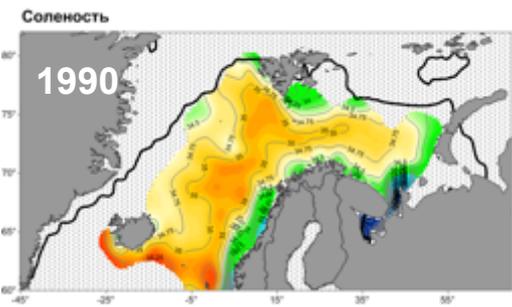
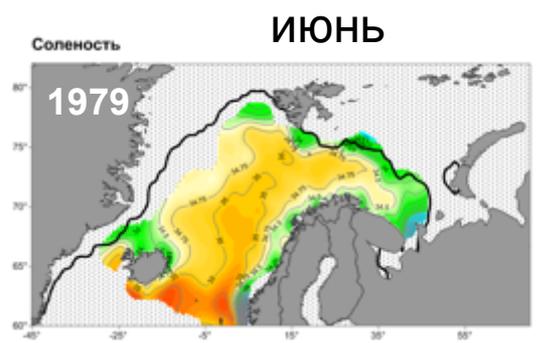
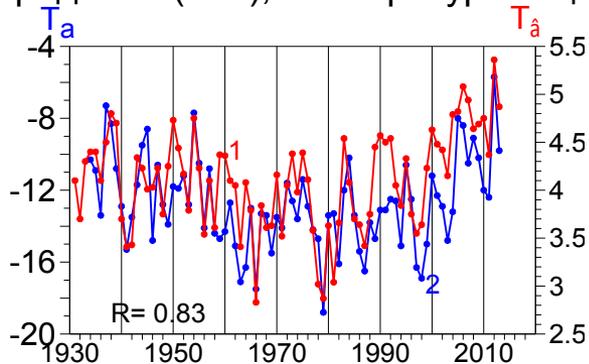
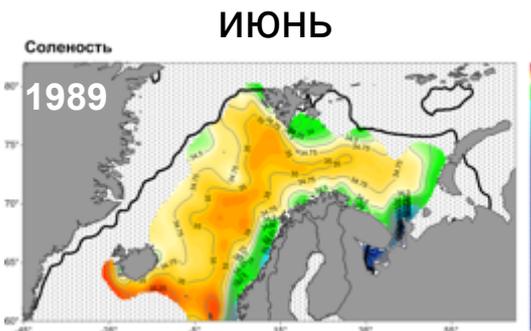
# Распределение температуры и солёности воды на разрезе по Кольскому меридиану



НИС «Профессор Молчанов» проект «Арктический плавучий университет»  
июнь 2014 г. (предоставлен М.С. Махотиным)

# Влияние притока атлантической воды на климат в районе Баренцева моря (БМ)

( по данным о Тводы на Кольском меридиане (Ткм), температуре воздуха и площади морского льда (ПМЛ)



Соленость из Атласа

Соленость из Атласа

<http://www.nodc.noaa.gov/OC5/nordic-seas/>

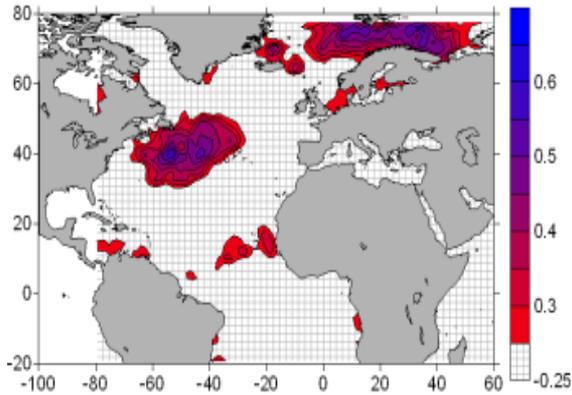
<http://www.nodc.noaa.gov/OC5/nordic-seas/>

Ткм данные ПИНРО <http://www.pinro.ru/n22/index/>

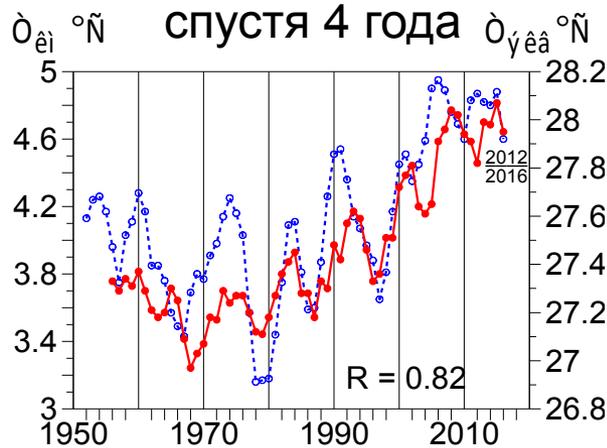
Ткм и ПМЛ в БМ

# Влияние ТПО в Северной Атлантике на температуру воды на КМ и ПМЛ в БМ

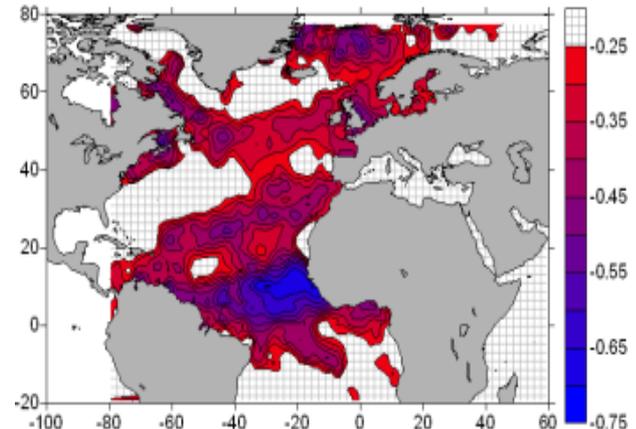
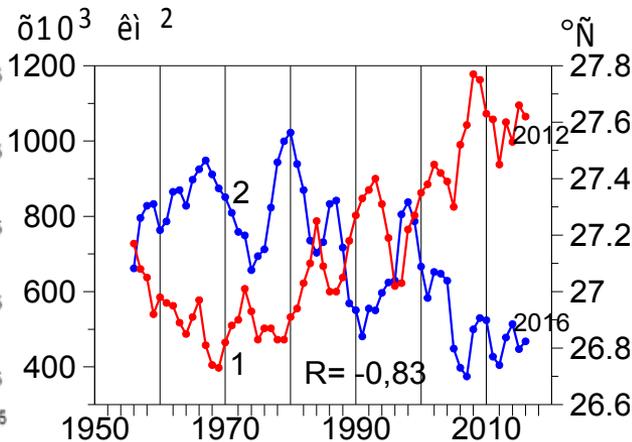
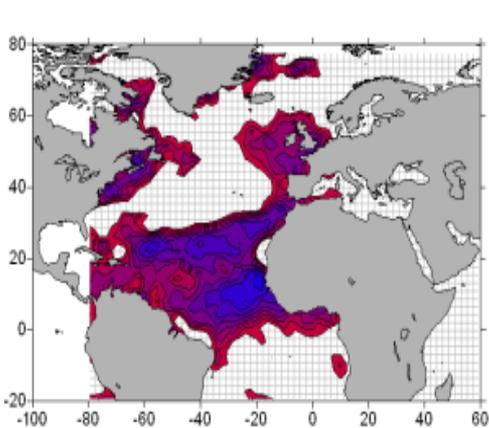
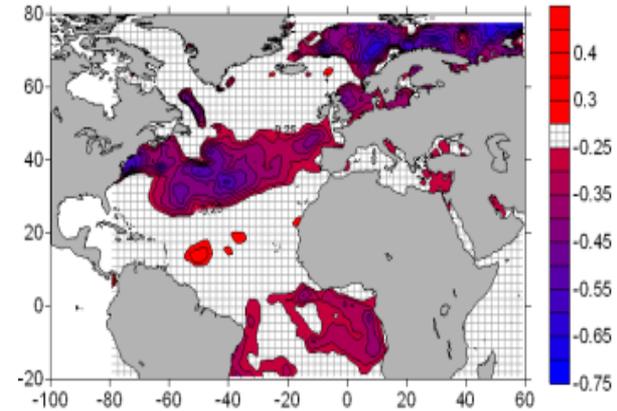
Области, влияющие на Тводы



Тэв в октябре и срод Ткм



Области, влияющие на ПМЛ



Тводы в экваториальной области СА  
в сентябре и ПМЛ в мае в БМ спустя 56 мес

# Основные направления деятельности в арктическом регионе

- Освоение ресурсов арктического шельфа
- Использование Северного морского пути
- Сбережение уникальных арктических экосистем
- Обеспечение обороноспособности в Арктике



# «Создание новых методов и средств мониторинга гидрометеорологической и геофизической обстановки на архипелаге Шпицберген и в Западной арктической зоне Российской Федерации»

## УЧАСТНИКИ ПРОЕКТА



РГГМУ:  
мониторинг  
состояния  
атмосферы,  
гидросферы и  
криосферы



АНИИ: мониторинг ледовой обстановки,  
айсберговой опасности и климатических  
изменений



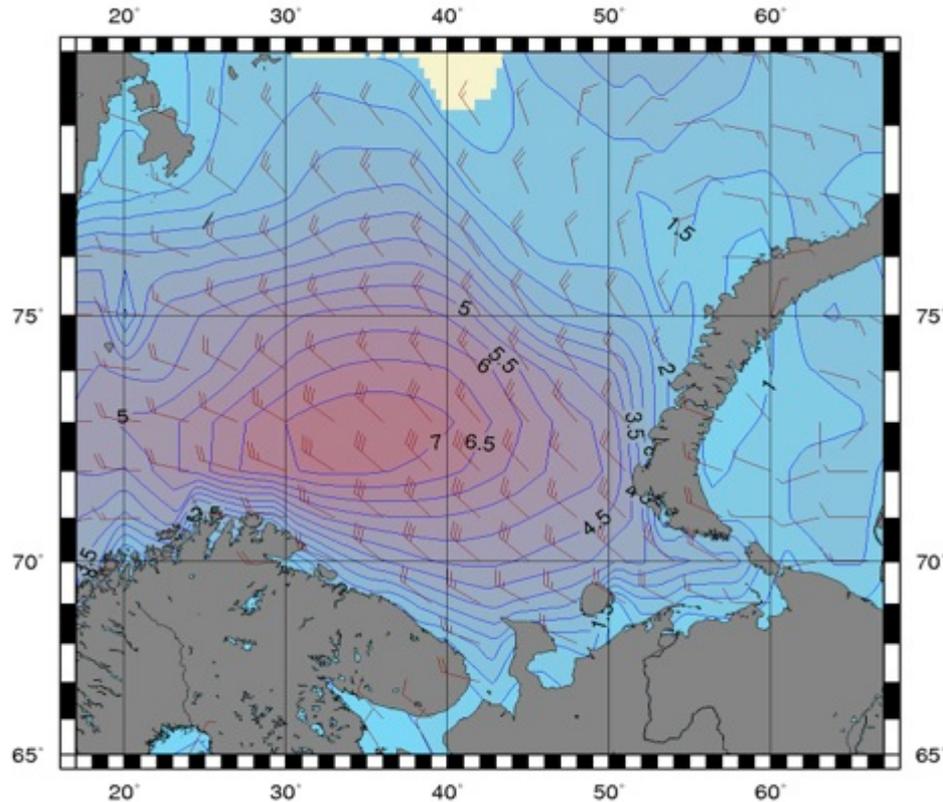
САФУ: мониторинг  
загрязнения территории и  
акватории



ГС и ИЭПС РАН: мониторинг сейсмической активности

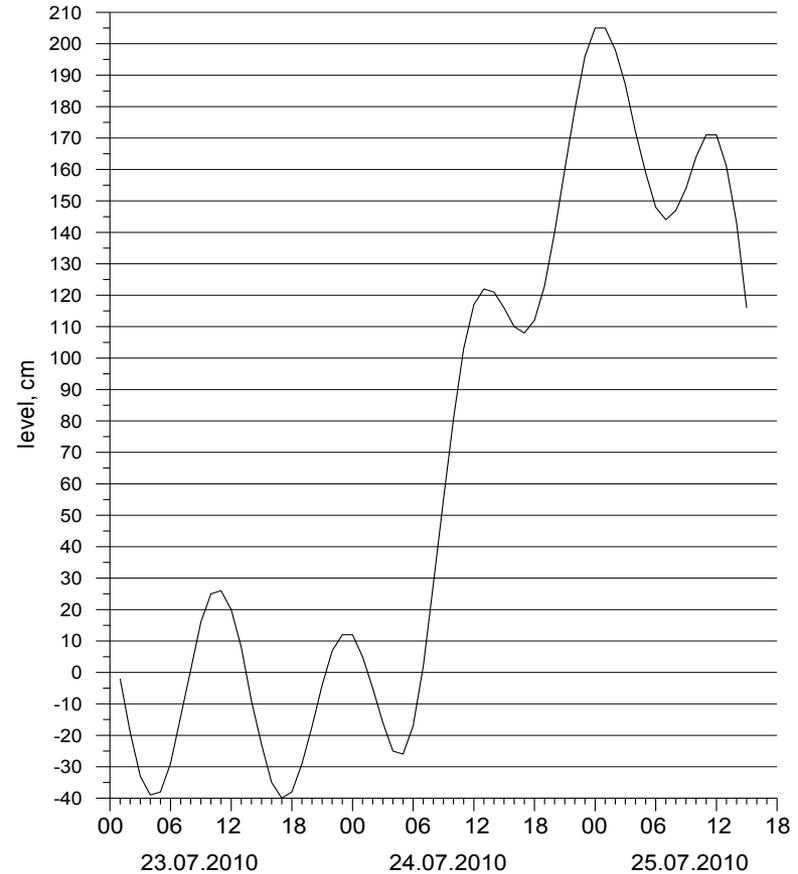


# Опасные гидрометеорологические явления



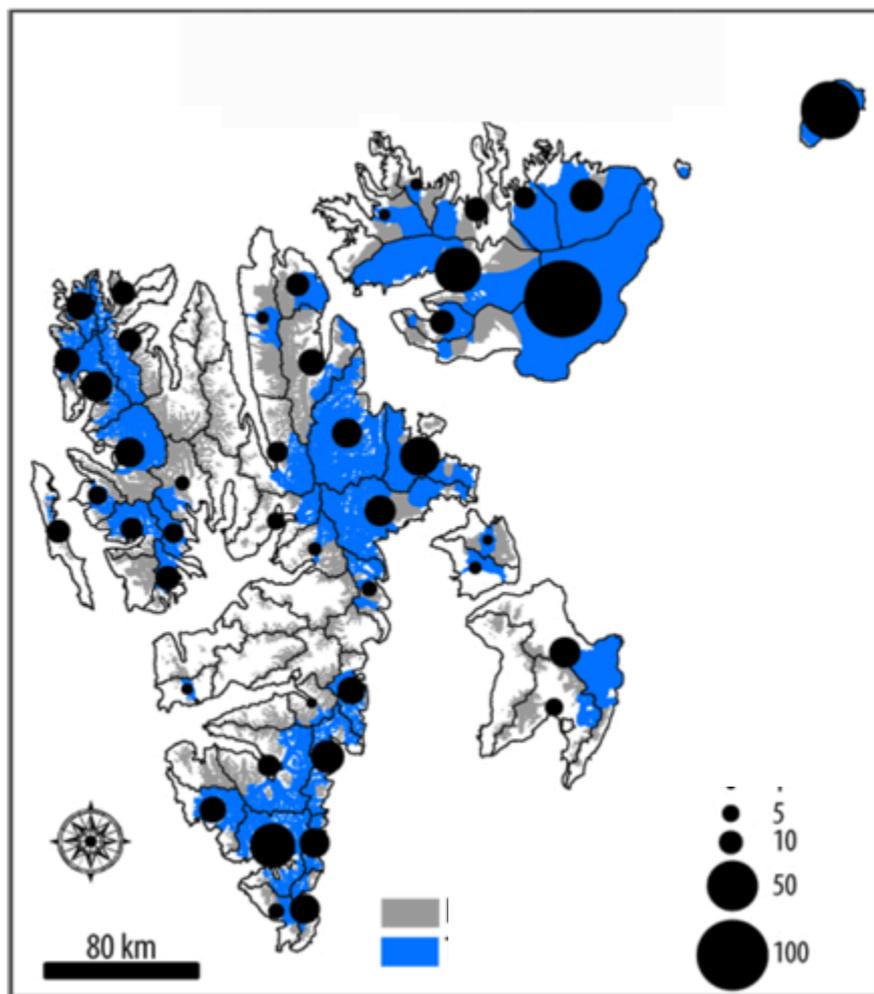
## Штормовое волнение

Поле ветра и высот волн (м) в Баренцевом море на 00 ч UTC 15 сентября 2014 г.

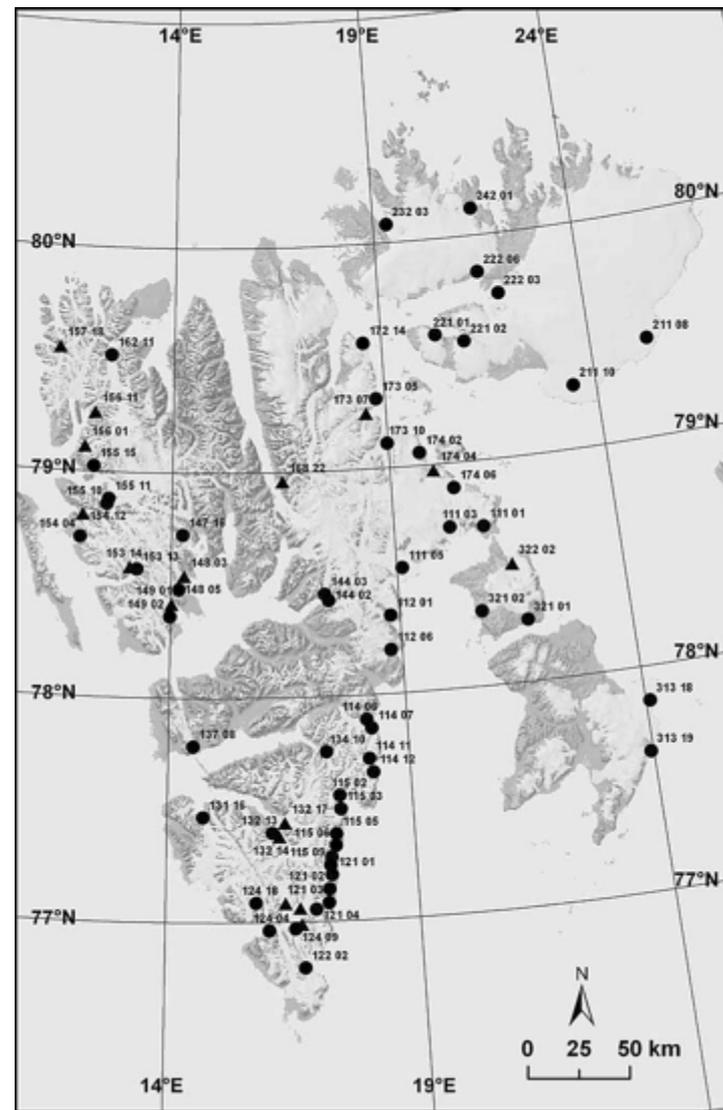


Штормовой подъем уровня моря на станции Варандей 23-25 июля 2010 г.

# Айсберговая опасность: ледники Шпицбергена один из источников айсбергов

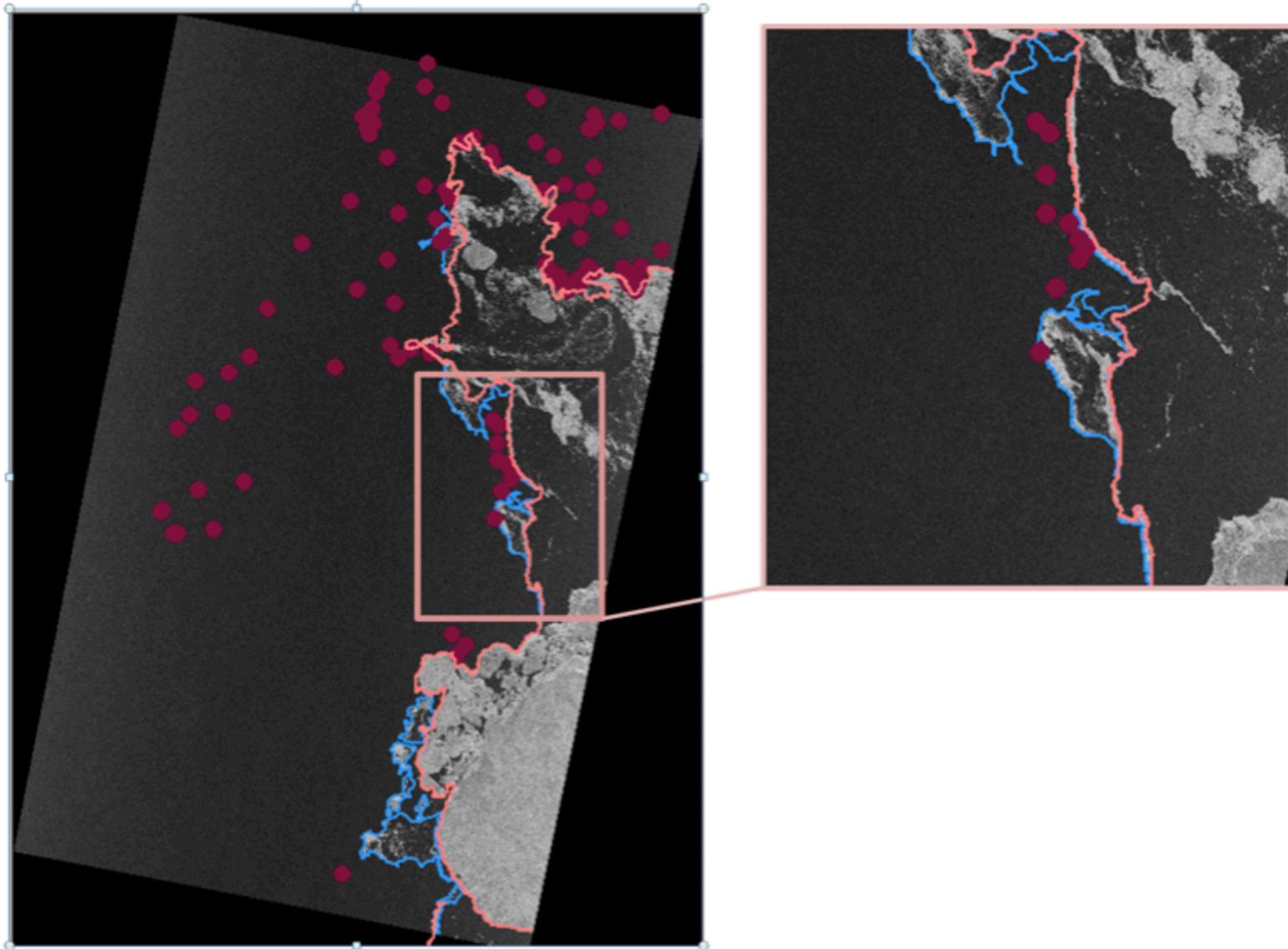


Наземные ледники (серые), приливные (голубые). Длина фронтов ледников, продуцирующих айсберги, показана кругами, км.  
(ИГ РАН)



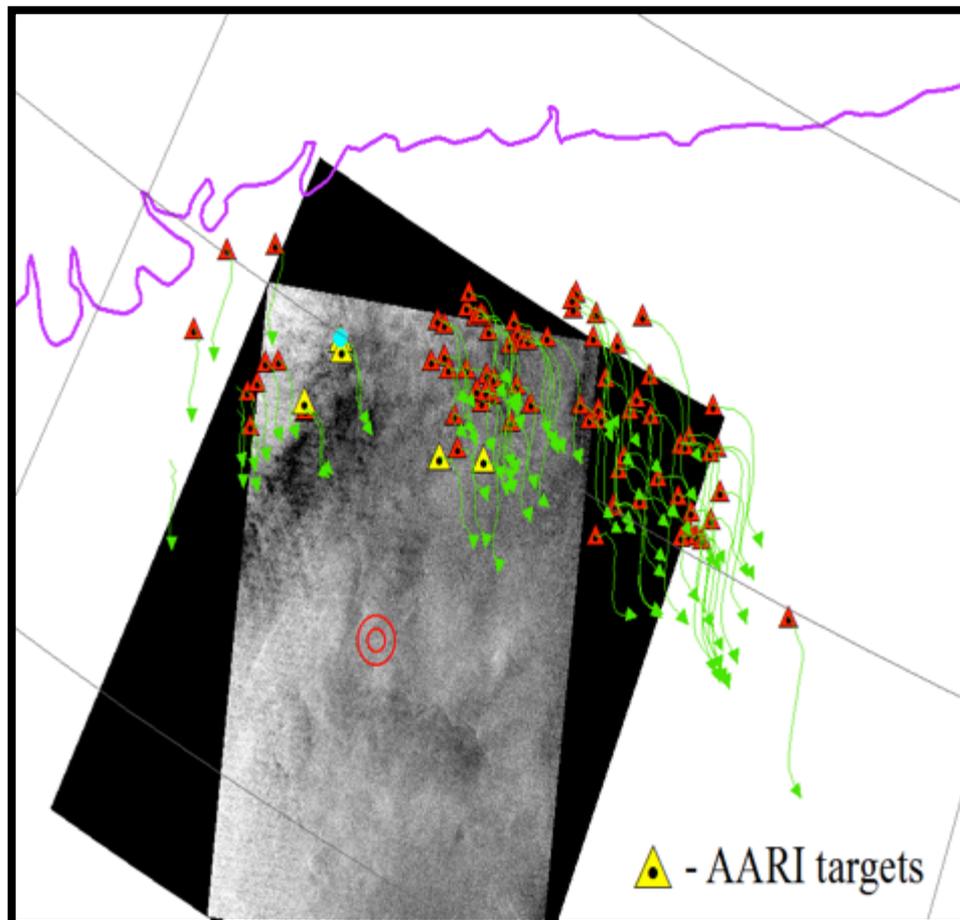
Распределение приливных ледников, производящих айсберги и которые пульсировали за последние 150 лет

# Обнаружение малых ледяных полей и айсбергов с использованием РЛС, TerraSar-X image, 28. 05. 2014



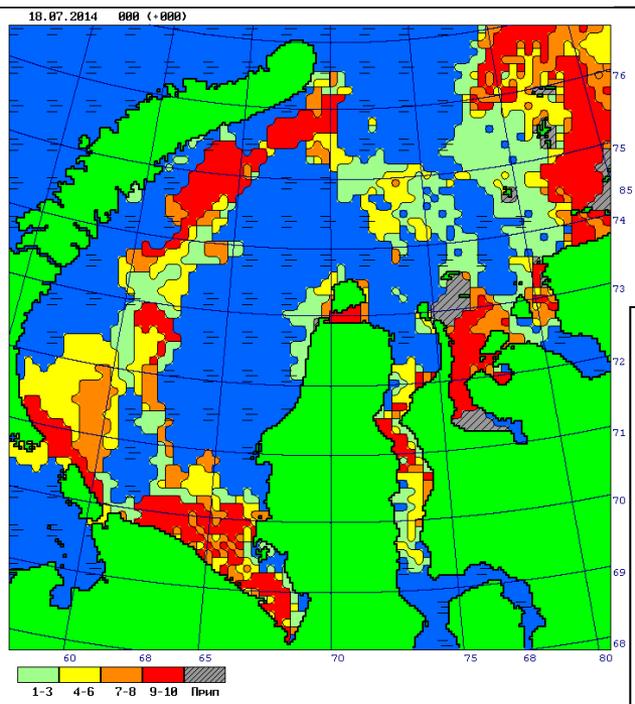
# Примеры прогноза дрейфа айсбергов

+48h ice target drift forecast

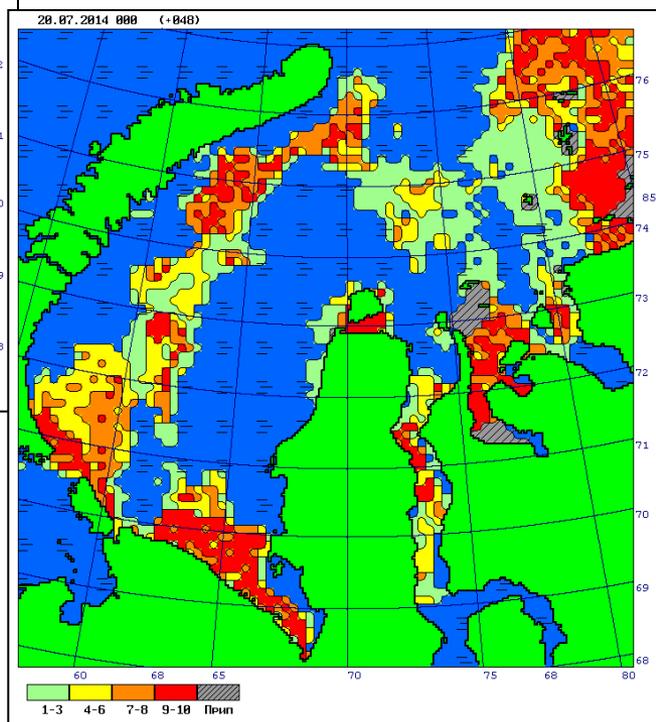


# Примеры ледовых прогнозов Фактические и прогностические ледовые карты

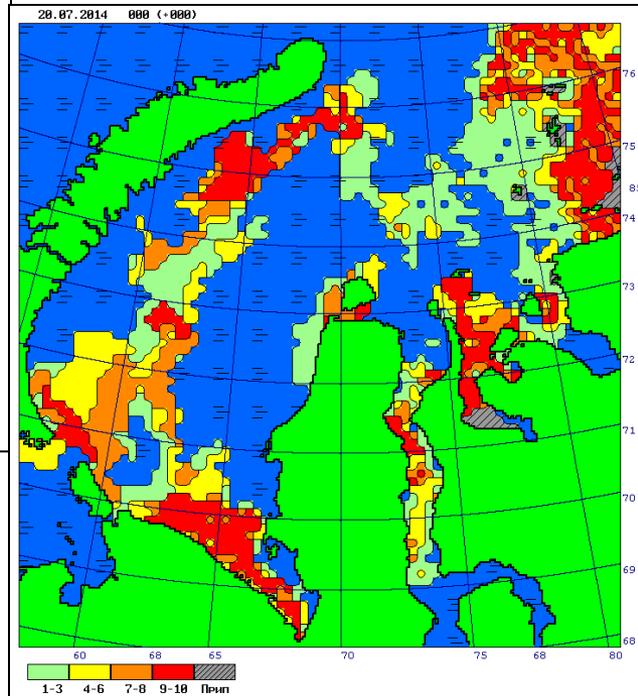
Начальное распределение  
18.07.2014



Прогноз на 20.07.2014



Реальное распределение  
20.07.2014



# Выводы

- **Потепление Арктики** значительно ускорилось с конца 1990-х годов. Лето 2012 года оказалось самым теплым за весь период наблюдений.
- **Морской ледяной покров** к середине сентября 2012г. сократился до 3.37 млн кв. км, что более чем в два раза меньше, чем его площадь в 1980-е годы.
- **Усиление потепления в Арктике** вызвано увеличением поступления тепла и влаги с циркуляцией атмосферы, накоплением тепла освобождающейся ото льда акваторией СЛО и увеличением притока приходящей к поверхности ДВ радиации.
- **Недавние данные наблюдений** в Арктике свидетельствуют о замедлении потепления, что подтверждает актуальность продолжения мониторинга климатических изменений в регионе.
- **Установлены дальние связи** между изменениями температуры воды в низких широтах Атлантического океана и аномалиями температуры воды и площади льда в Баренцевом море, которые будут использованы для разработки методов климатических прогнозов с заблаговременностью до 4-х лет.
- **Разрабатываются методы** слежения и предупреждения об айсберговой, ледовой и других опасностях в рамках проекта Минобрнауки 2014-2016 гг.

*При подготовке доклада использованы результаты проекта Минобрнауки RFMEFI61014X0006. Сайт проекта: <http://westarctic.ru/>*