



Развитие технологии долгосрочного прогнозирования в Гидрометцентре России

Р.М. Вильфанд, Д.Б. Киктев, В.М. Хан

**Девятая сессия Северо-Евразийского климатического форума стран СНГ
по сезонным прогнозам (СЕАКОФ-9)
10-12 ноября 2015г., Москва**

Направления в развитии технологий выпуска ДМП в Гидрометцентре России

- **Развитие систем усвоения данных (атмосфера, океан, почва)**
- **Исследование предсказуемости крупномасштабных процессов**
- **Улучшение описания физических процессов в прогностических моделях**
- **Усовершенствование системы ансамблевого прогнозирования**
- **Создание совместной модели океана и атмосферы**
- **Развитие систем статистической интерпретации результатов ДМП**
- **Развитие технологии выпуска специализированной прогностической информации, ориентированной на пользователя**

Компоненты системы ДМП в Гидрометцентре России

- **Технология выпуска прогнозов на месяц с нулевой заблаговременностью**
 - Эмпирические и ГДМ прогнозы**
- **Технология выпуска сезонных прогнозов**
 - ГДМ прогнозы по моделям ПЛАВ и ГГО в рамках деятельности СЕАКЦ**
- **Технология выпуска прогнозов на отопительный и вегетационный периоды**
 - Комплексація прогнозов, составленных на основе физико-статистических методов**

Выпуск прогнозов на месяц с нулевой заблаговременностью

Успешность месячных прогнозов аномалии температуры по территории РФ и СНГ 2014 год					
Метод прогноза	RMSE	Q	.	r	Кол-во месяцев
Вся территория (70 ст.)					
ГМЦ - официальный	2,36	1,14	0,34	0,17	12
Садоков	2,43	1,19	0,33	0,25	12
Отд. Реснянского	2,48	1,29	0,27	0,28	12
ГГО	2,52	1,19	0,33	0,27	12
PLAV	2,36	1,21	0,31	0,23	12
(Садоков/Ресн./ГГО)	2,35	1,10	0,35	0,32	12
Европейская территория (25 ст.)					
ГМЦ - официальный	2,00	0,86	0,41	0,27	12
Садоков	2,22	1,02	0,36	0,21	12
Отд. Реснянского	2,19	1,04	0,36	0,05	12
ГГО	2,23	0,96	0,33	0,30	12
PLAV	2,02	1,05	0,39	0,07	12
(Садоков/Ресн./ГГО)	2,11	0,91	0,34	0,26	12
Западная Сибирь (19 ст.)					
ГМЦ - официальный	2,50	1,32	0,10	0,06	12
Садоков	2,55	1,43	0,18	0,23	12
Отд. Реснянского	2,53	1,34	0,09	0,32	12
ГГО	2,51	1,31	0,23	0,15	12
PLAV	2,37	1,27	0,13	0,25	12
(Садоков/Ресн./ГГО)	2,42	1,25	0,18	0,29	12
Восточная Сибирь и Дальний Восток (26 ст.)					
ГМЦ - официальный	2,44	1,34	0,47	0,17	12
Садоков	2,34	1,21	0,40	0,33	12
Отд. Реснянского	2,55	1,55	0,31	0,40	12
ГГО	2,62	1,37	0,40	0,20	12
PLAV	2,50	1,35	0,36	0,21	12
(Садоков/Ресн./ГГО)	2,35	1,21	0,48	0,40	12

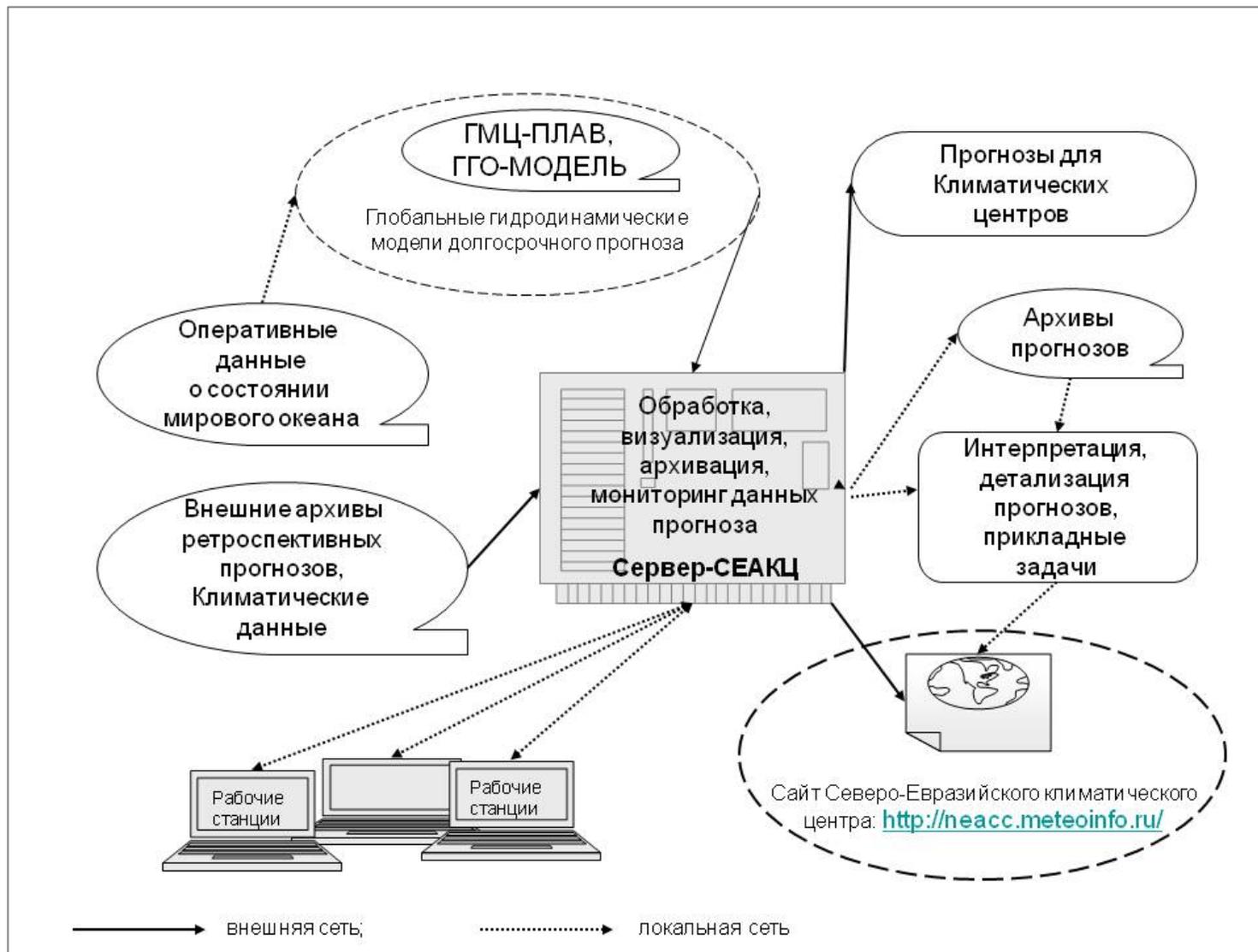
Успешность месячных прогнозов аномалии температуры по территории РФ и СНГ 2015 год					
Метод прогноза	RMSE	Q	□	r	Кол-во месяцев
Вся территория (70 ст.)					
ГМЦ - официальный	2,25	1,10	0,59	0,36	10
Садоков	1,96	0,92	0,63	0,32	10
Отд. Реснянского	2,36	1,28	0,41	0,27	10
ГГО	2,10	1,08	0,53	0,24	10
PLAV	2,49	1,37	0,32	0,21	10
(Садоков/Ресн./ГГО)	2,01	0,96	0,59	0,35	10
Европейская территория (25 ст.)					
ГМЦ - официальный	2,22	1,16	0,62	0,44	10
Садоков	1,83	0,93	0,63	0,49	10
Отд. Реснянского	2,31	1,36	0,48	0,33	10
ГГО	2,12	1,28	0,50	0,32	10
PLAV	2,38	1,40	0,37	0,41	10
(Садоков/Ресн./ГГО)	1,98	1,09	0,60	0,47	10
Западная Сибирь (19 ст.)					
ГМЦ - официальный	2,09	0,99	0,58	0,30	10
Садоков	1,77	0,81	0,67	0,35	10
Отд. Реснянского	2,08	1,09	0,50	0,29	10
ГГО	2	1,05	0,51	0,30	10
PLAV	2,27	1,15	0,43	0,34	10
(Садоков/Ресн./ГГО)	1,82	0,84	0,56	0,39	10
Восточная Сибирь и Дальний Восток (26 ст.)					
ГМЦ - официальный	2,18	1,08	0,55	0,21	10
Садоков	2,01	0,98	0,59	0,29	10

Улучшение описания физических процессов в прогностических моделях

Новая версия модели атмосферы ПЛАВ для долгосрочного прогноза
[Толстых, 2015]

- Разрешение $0.9^\circ \times 0.72^\circ$, 28 уровней
- Параметризации - как в среднесрочной версии ПЛАВ20 (более совершенные параметризации радиации, микрофизика **ALARO**, учет климатологии некоторых аэрозолей, многослойная почва ИВМ РАН)
- Экспериментально – упрощенная параметризация фотохимического цикла озона Метео-Франс
- Вывод полей - согласно регламентам проектов **S2S**, **CHFP**
- Расчет одной прогностической реализации на 4 месяца ~ 3 часа на 32 ядрах РСК Торнадо (старая версия в 10 раз дешевле - 1 час 10 мин на 8 ядрах !)
- Рассчитаны нач. данные для хайндкастов за 1983-2012 гг.
- Предварительное тестирование на хайндкастах: значимые улучшения в T2м, H500, T850, P0. Пока плохие осадки и H200. Идут работы по настройке.

Общая схема технологии сезонного прогнозирования



С 2010 года оперативный расчет вероятностного прогноза на месяц и сезон осуществляется в рамках СЕАКЦ.

- Здравствуйте, одрр ВЫЙТИ
- Прогностические данные моделей Гидрометцентра России и Главной геофизической обсерватории в виде числовых полей
 - Совместные испытания технологий глобального сезонного прогноза на основе моделей Гидрометцентра России и ГГО
 - Прогноз Гидрометцентра России на месяц по территории СНГ с нулевой заблаговременностью
 - Прогноз температурного режима для территории СНГ на отопительный период 2015-2016 гг.
 - Карты прогнозов различных глобальных прогностических центров

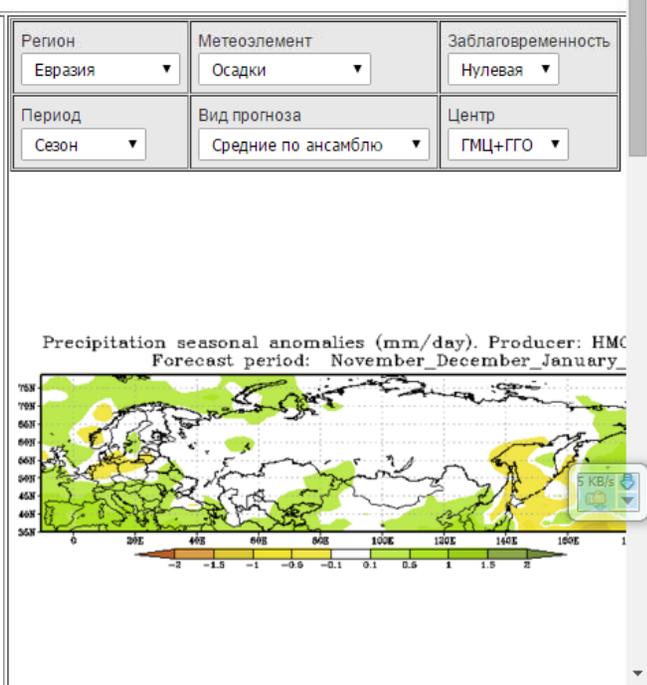
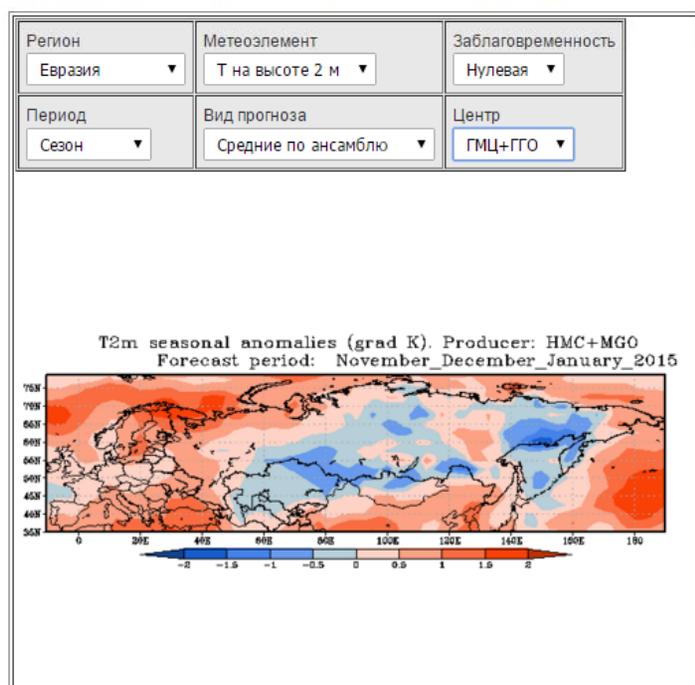
Прогнозы

Прогнозы по моделям Гидрометцентра России (ГМЦ) и Главной Геофизической Обсерватории им. Воейкова (ГГО)

Прогнозы по моделям Гидрометцентра России (ГМЦ) и Главной Геофизической Обсерватории им. Воейкова (ГГО)

Гидродинамико-статистический вероятностный прогноз для 6 регионов:
 Европа, Северная Азия, Евразия, Россия, Арктика, Глобус

Прогностические центры:
 Гидрометцентр России (ГМЦ), Главная Геофизическая Обсерватория им. Воейкова (ГГО)

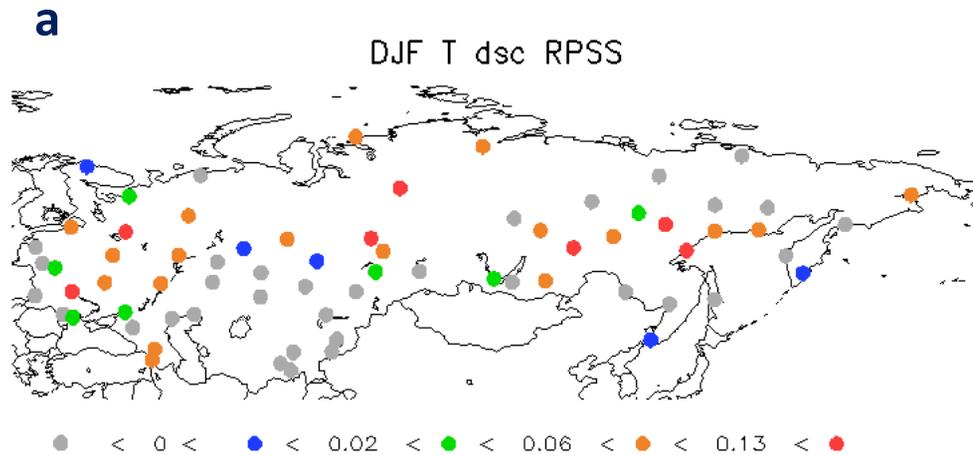


Детализации глобальных долгосрочных прогнозов

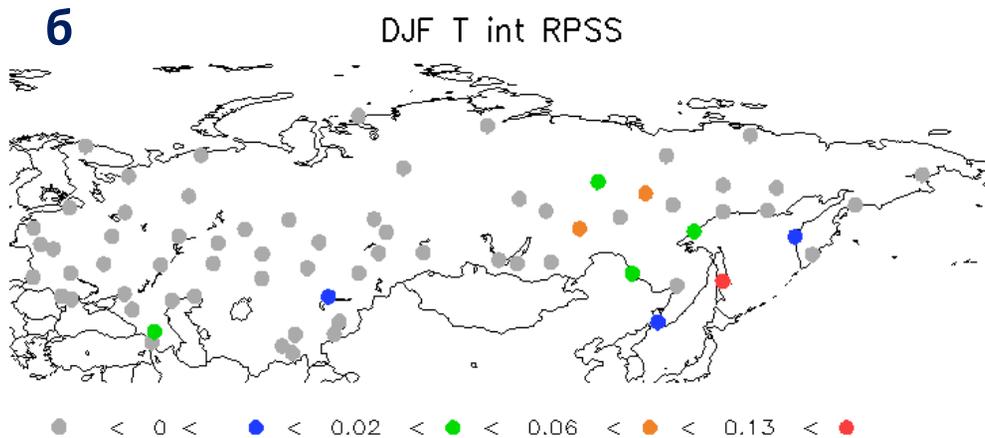
Блок статистической интерпретации включает процедуры, позволяющие получить по результатам расчетов глобальных полей приземной температуры воздуха на основе моделей Гидрометцентра России (ПЛАВ) и ГГО им. Воейкова, значения температуры воздуха на станциях. Результатами являются прогностические значения температуры воздуха для 70 станций, расположенных на территории СНГ, полученные отдельно для трех месяцев сезона и всего сезона в целом с нулевой заблаговременностью, а также для первого месяца и сезона – с месячной заблаговременностью.



Статистическая постобработка сезонных прогнозов ПЛАВ



25 станции с $RPSS > 0.06$
Вероятность случайности < 0.001
Результат **значим**
на 2.5% уровне в одностороннем тесте



3 станции с $RPSS > 0.06$
Вероятность случайности = 0.31
Результат **не значим**
на 2.5% уровне в одностороннем тесте

RPSS прогноза средней зимней температуры воздуха на станциях с использованием даунскейлинга (а) и с использованием интерполяции на станции из модельного прогноза в узлах сетки (б).

Значения $RPSS > 0.06$ значимы на 2.5% уровне в одностороннем тесте

Участие Гидрометцентра России в проекте S2S (Subseasonal to Seasonal Prediction Project)

Цель проекта **WWRP/WCRP** – улучшить понимание и предсказуемость процессов в системе атмосфера-океан-суша-лед на временных масштабах до сезона и способствовать внедрению их в практику. Результаты проекта открывают новые возможности оценивать риски, связанные с экстремальными погодными явлениями, включая тропические циклоны, наводнения, засухи, волны тепла/холода и вариации в количестве муссонных осадков.

- Сегодня прогнозы внутрисезонной изменчивости выпускаются **ECMWF, UKMO, NCEP, EC, JMA** 1-2 раза в неделю.
- Проводятся совместные испытания прогнозов внутрисезонной изменчивости основе технологий Гидрометцентра России и ГГО.

Участники проекта S2S (The Sub-Seasonal to Seasonal Prediction Project) под эгидой ВПМИ и ВПИК

Dataset-Public

- S2S
 - News
 - Description
 - Project
 - Models**
 - Parameters
 - Support
 - Resources
- TIGGE
- TIGGE-LAM
- UERRA

S2S / Home / Description

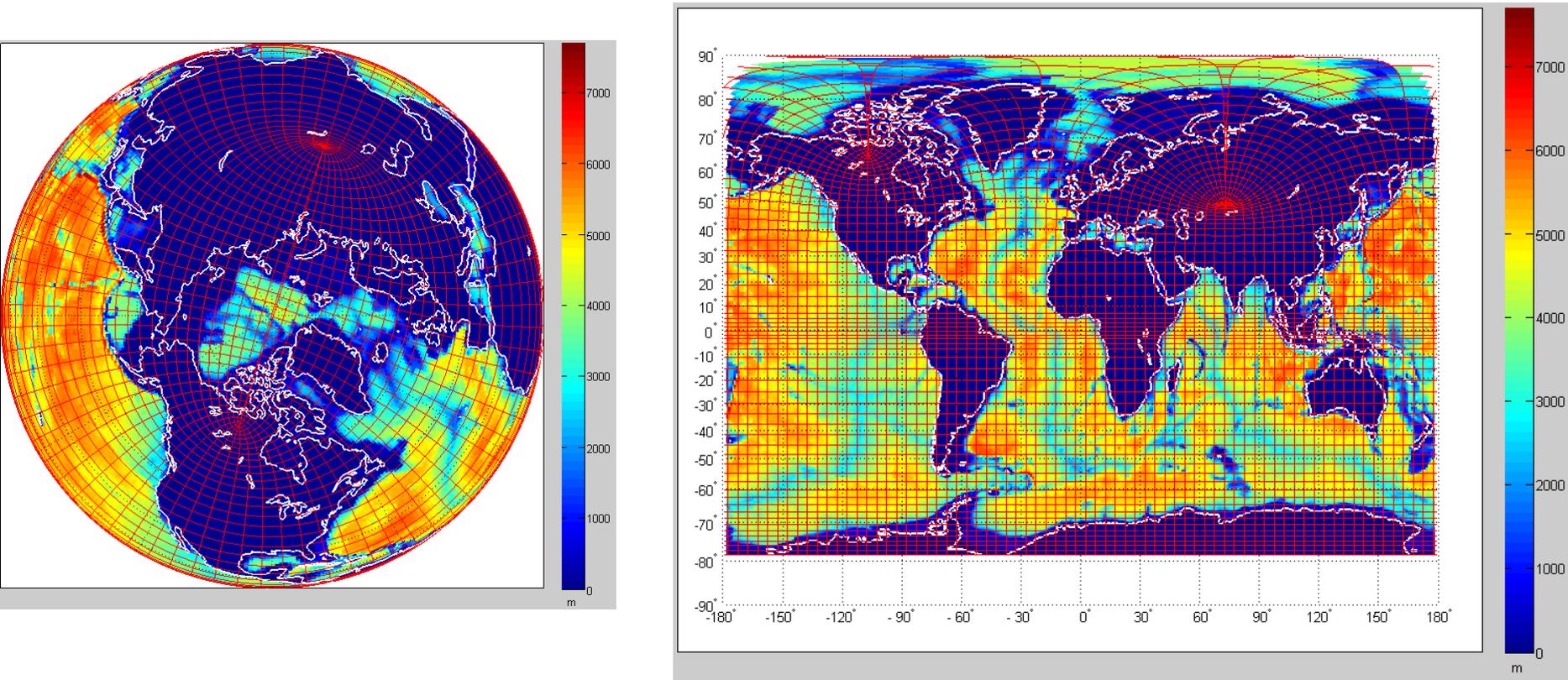
Models

Created by Richard Mladek, last modified by Frederic Vitart about an hour ago

This table shows the centres that provide data to this project together with the **latest** configuration of their systems. Follow the link of each Data Provider for specific model description and examples of retrievals.

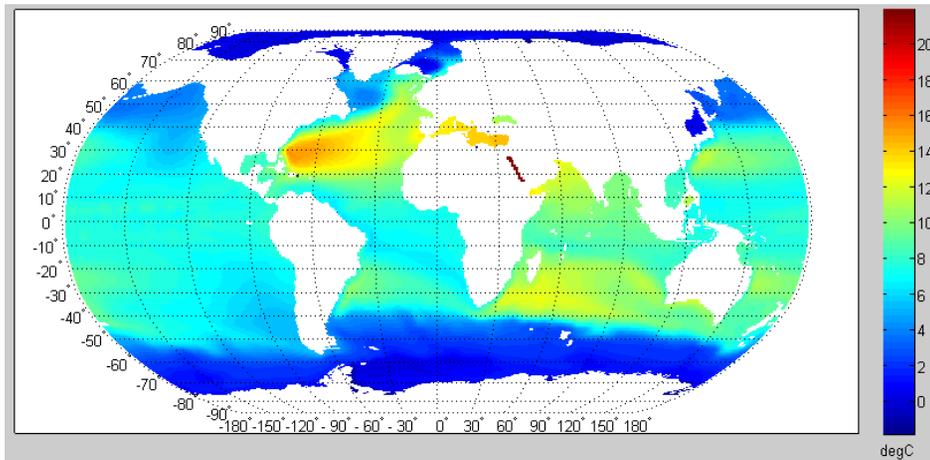
Status on 1st July 2015	Time range	Resolution	Ens. Size	Frequency	Re-forecasts	Rfc length	Rfc frequency	Rfc size	Volume of real-time forecast per cycle	Volume of reforecast per update
BoM (ammc)	d 0-60	T47L17	33	2/week	fix	1981-2013	6/month	33		6 TB
CMA (babj)	d 0-60	T106L40	4	daily	fix	1994-2014	daily	4		
EC (cwao)	d 0-32	0.6x0.6 L40	21	weekly	on the fly	past 15y	weekly	4		
ECMWF (ecmf)	d 0-46	T639/319 L62	51	2/week	on the fly	past 20 years	2/week	11		
ISAC-CNR (isac)	d 0-32	0.75x0.56 L54	40	weekly	fix	1981-2010	6/month	1		
HMCR (rums)	d 0-63	1.1x1.4 L28	20	weekly	fix	1985-2010	weekly	10		
JMA (rjtd)	d 0-34	T319L60	25	2/week	fix	1981-2010	3/month	5	3.8 Gb	900 Gb
KMA (rksl)	d 0-60	N216L85	4	daily	on the fly	1996-2009	4/month	3		
Météo-France (lfpw)	d 0-61	T255L91	51	monthly	fix	1993-2014	2/monthly	15		6.75 Go/start date
NCEP (kwbc)	d 0-44	T126L64	16	daily	fix	1999-2010	day	4		
UKMO (egrr)	d 0-60	N216L85	4	daily	on the fly	1996-2009	4/month	3		

Усвоение океанографических данных с использованием модернизированной модели общей циркуляции океана, включающей Арктический бассейн
Назначение: Подготовка данных для задания начального состояния океана в совместной модели сезонного прогноза



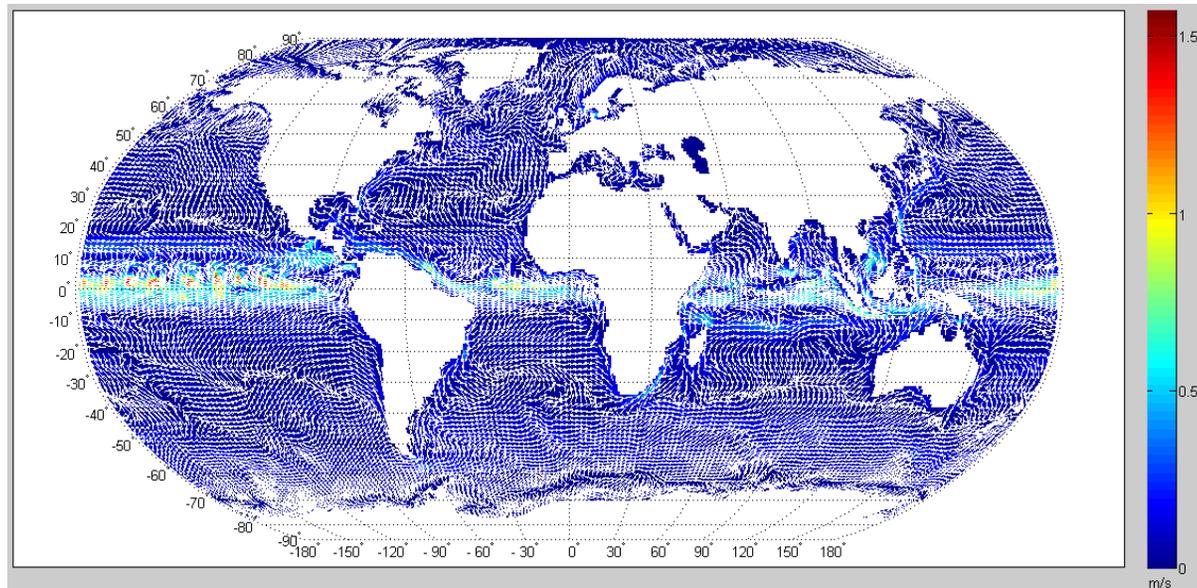
Отсутствие особенности у Северного полюса благодаря использованию трехполюсной сетки

Примеры выходной продукции системы усвоения



Распределение температуры воды на глубине 500 м

Скорость течений в верхнем слое



Эксперименты по воспроизведению сезонных аномалий с помощью совместной модели атмосферы и океана

Полулагранжева модель общей циркуляции атмосферы ПЛАВ
Гидрометцентра России/ ИВМ РАН состыкована с сигма моделью общей циркуляции океана ИВМ РАН INMOM [Толстых и соавторы, 2014]

Среднеквадратические ошибки ретроспективных прогнозов сезонных аномалий по атмосферной и по совместной версиям модели Гидрометцентра России/ИВМ РАН.
Осреднение: за 1989-2010 годы для всех сезонов

	Регион	Атмосферная версия модели	Совместная модель
H500	20-90 N	27.6	27.4
	Тропики	<u>6.3</u>	<u>5.7</u>
	90-20 S	27.6	27.4
P0	20-90 N	2.11	2.05
	Тропики	<u>0.68</u>	<u>0.57</u>
	90-20 S	2.62	2.61
T2m	20-90 N	1.37	1.40
	Тропики	<u>0.60</u>	<u>0.53</u>
	90-20 S	1.26	1.28

Исследование предсказуемости крупномасштабных процессов

EA - Восточно-атлантическое колебание

WA - Западно-атлантическое колебание

EU - Евразийское колебание

WP - Западно-тихоокеанское колебание

PNA - Тихоокеанское-северо-американское колебание

NAO - Северо-атлантическое колебание

POL - Полярное колебание

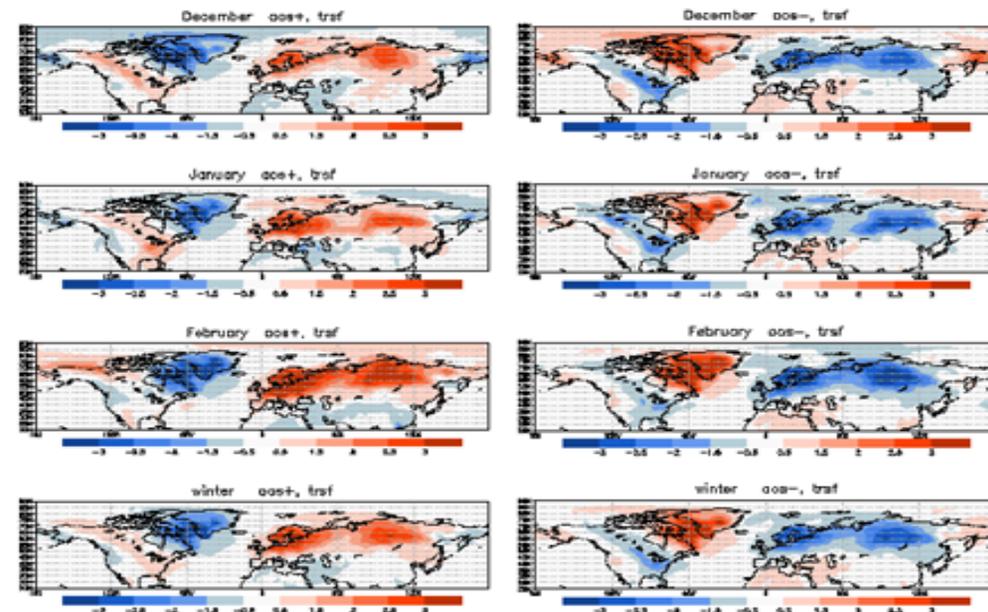
AOS - Арктическая осцилляция

<http://seakc.meteoinfo.ru>

Прогнозы макромасштабных циркуляционных индексов

индекс	ОКТАБРЬ, НОЯБРЬ, ДЕКАБРЬ 2015, ЯНВАРЬ 2016					
	1 месяц	2 месяц	3 месяц	4 месяц	1 сезон	2 сезон
EA	-0,55	-1,5	-1,48	-0,37	-1,7	-1,65
WA	1,43	1,96	1,39	-0,39	1,88	1,01
EU	1,39	1,47	1,39	0,96	1,56	1,4
WP	-1,81	-1,22	-0,5	0,31	-1,24	-0,32
PNA	0,01	0,46	0,33	0,7	0,37	0,67
NAO	-2,07	0,25	0,15	-0,84	-0,66	-0,15
POL	-1,22	-1,89	-1,15	-1,15	-1,61	-1,56
AOS	-0,2	0,22	-0,11	0,23	-0,03	0,11

Индексы: Сезон: Метеоэлемент:



Левый столбец: композиты полей, соответствующих значениям индекса > Q3.

Правый столбец: композиты полей, соответствующих значениям индекса < Q1.

Области статистически незначимых связей выделены белым цветом.

Квартили индексов циркуляции (по данным реанализа 1981-2010 гг.)

Индекс	Q1 (25%)	Q3 (75%)
EA	-0.493	0.485
WA	-0.559	0.494
EU	-0.452	0.458
WP	-0.544	0.501
PNA	-0.386	0.404
NAO	-0.487	0.632
POL	-0.487	0.632
AOS	-0.884	0.87

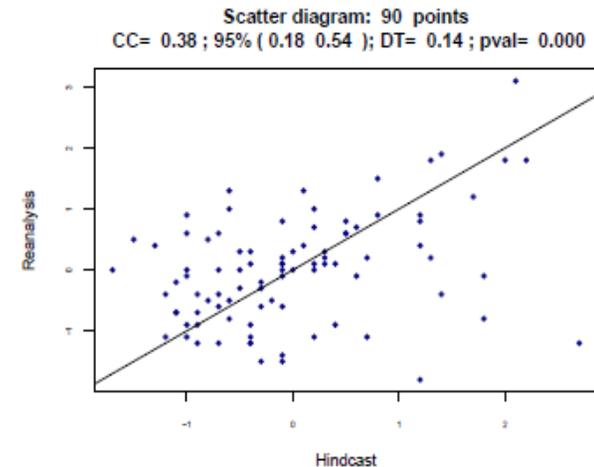
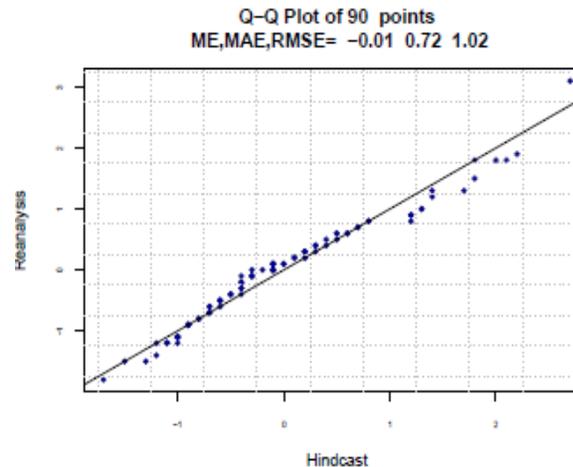
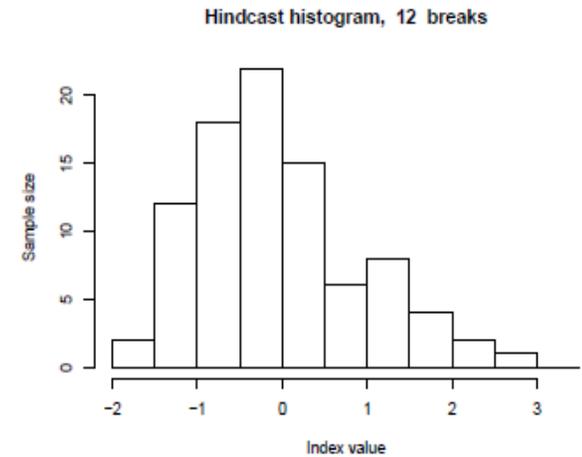
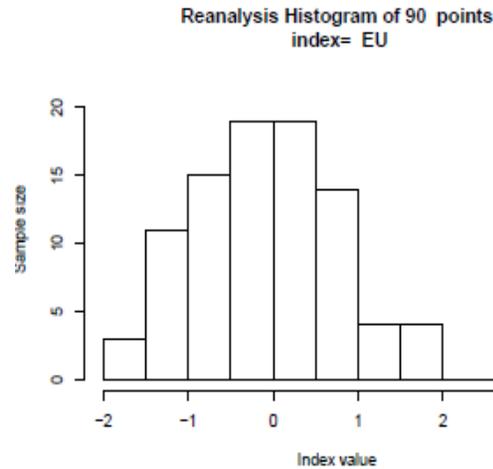
(Киктев, Круглова, Куликова, 2015)

Верификация прогнозов макромасштабных циркуляционных индексов

В качестве исходной информации при расчете индексов использовались ретроспективные прогнозы полей H500 с месячной и нулевой заблаговременностью за период с 1981 по 2010 гг., полученные на основе глобальной полулагранжевой модели (SL-AV). В качестве эталонных использовались поля H500 архива NCEP/NCAR.

Диагностика исторических прогнозов (hindcast) индекса Евразийского колебания (EU) на месячном интервале для зимнего периода.

Полученные результаты позволили сделать вывод о возможности практического использования прогнозов индексов на месячных и сезонных интервалах времени. (для 2-го, 3-го и 4-го месяцев полезного сигнала не обнаружено).



Пример выпуска специализированной информации, ориентированной на пользователя: долгосрочный прогноз пожароопасности

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ И МОНИТОРИНГУ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

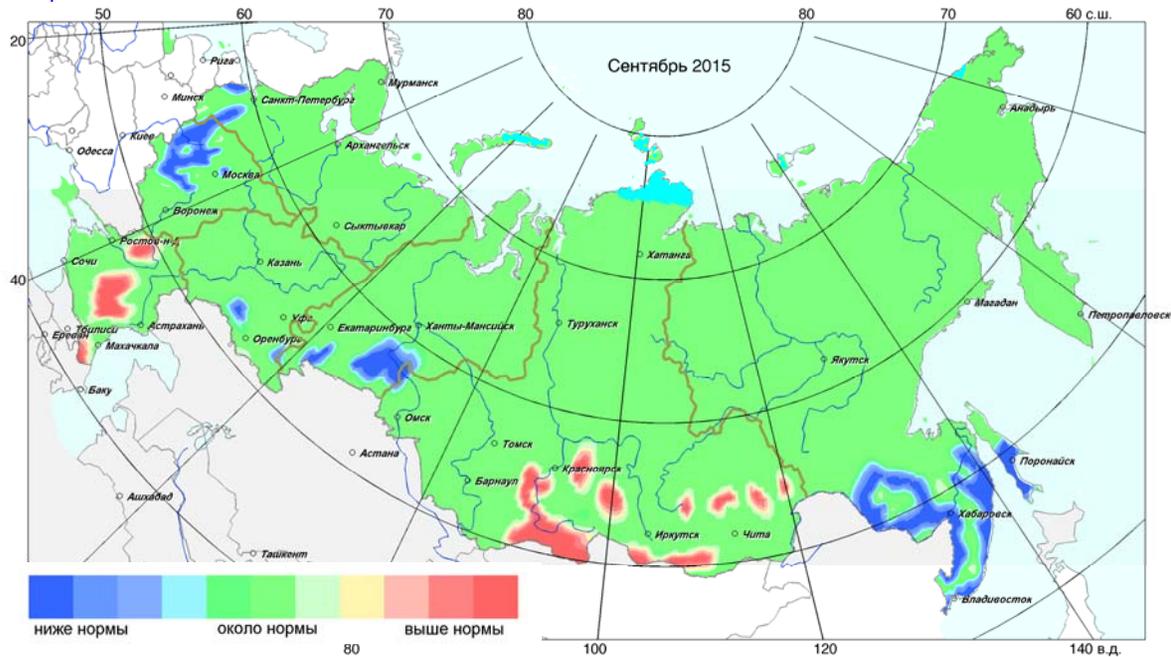
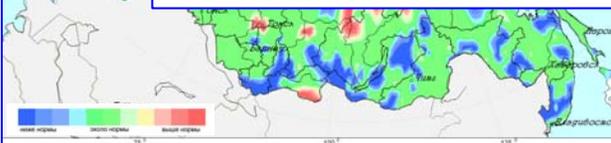
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ «ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ»

ПРОГНОЗ ГРАДАЦИЙ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ (ГПО) ПО ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ НА АВГУСТ 2014 Г.

МОСКВА
ИЮЛЬ 2014 г.

Карты ожидае
терминах «ног

АВГУСТ 2014



Методика описана в статье [Хан, 2013]

Спасибо за внимание!