



Оценка успешности ретроспективных и оперативных сезонных прогнозов по модели ПЛАВ

В.А. Тищенко (Гидрометцентр России)

В СЕАКЦ для составления долгосрочных прогнозов на месяц-сезон (заблаговременностью до 4-х месяцев) используются модели

- Гидрометцентра России
- ГГО им. А.И. Воейкова.

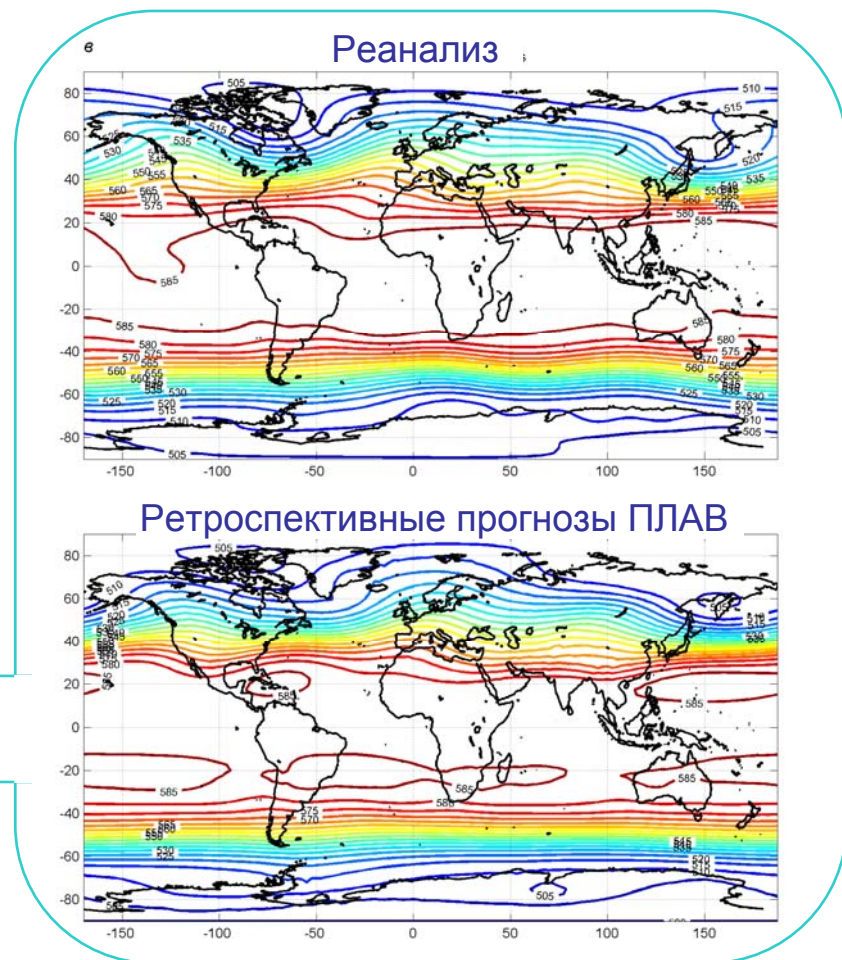
В Гидрометцентре России используется полулагранжева глобальная конечно-разностная модель общей циркуляции атмосферы (ПЛАВ).

Начальными данными на изобарических поверхностях для модели ПЛАВ являются поля реанализа NCEP/DOE.

Верификация также выполнялась по отношению к полям реанализа NCEP/DOE за соответствующий период.

Для верификации модельных прогнозов и вычисления модельного климата проведены расчеты на историческом материале за период 1981-2010 гг.

многолетние поля геопотенциала h500



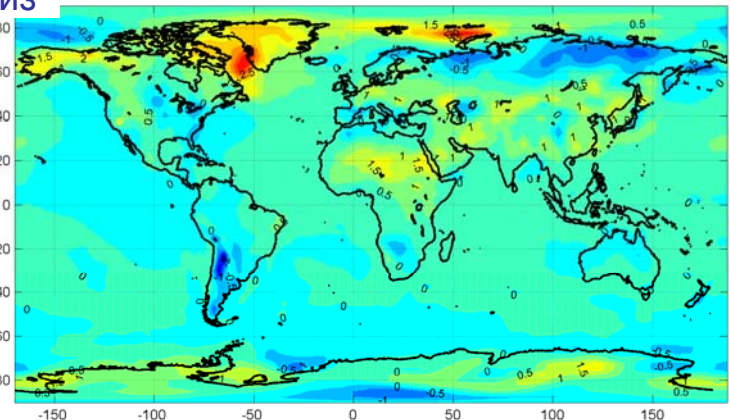
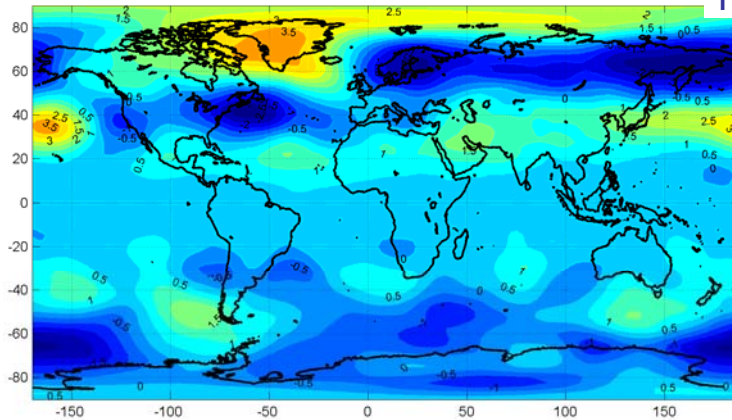
В целом фактический и модельный климат имеют удовлетворительную согласованность. При этом интенсивность очагов повышенного и пониженного температурного фона имеет видимые отличия. Аналогично ведут себя многолетние тенденции.

Коэффициенты линейного тренда (1981-2010)

H500

Реанализ

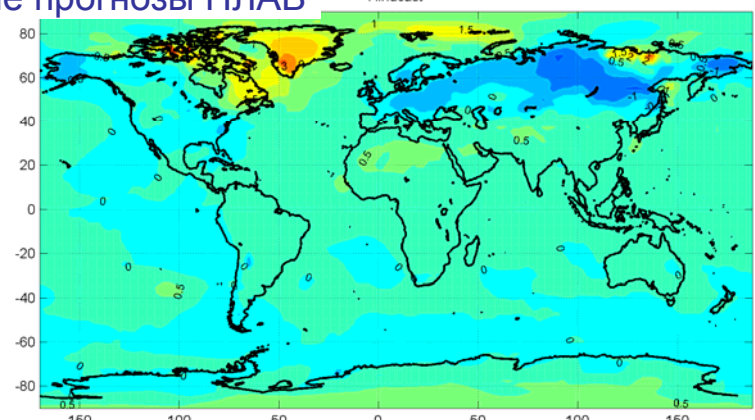
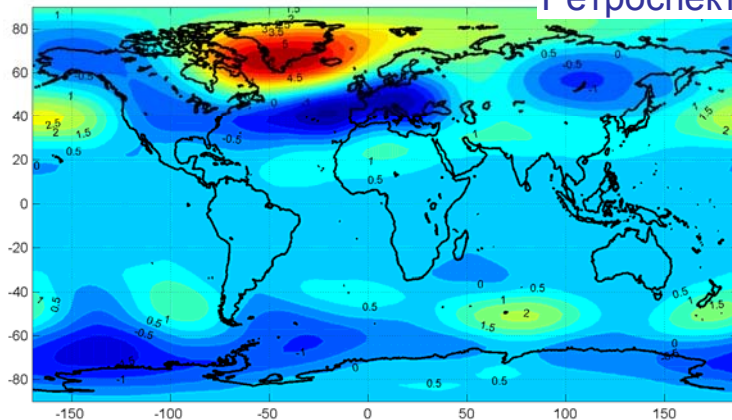
T2m



Hindcast

Ретроспективные прогнозы ПЛАВ

Hindcast



**Средние по северной Евразии коэффициенты линейного тренда
(ед./10 лет) за 1981-2010 г.г.**

Ретроспективные прогнозы ПЛАВ

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
H_{500}	6,03	6,15	3,21	3,45	3,56	1,61	3,89	2,85	1,86	5,15	6,75	7,59
T_{850}	0,14	0,09	0,16	0,15	0,13	0,14	0,14	0,14	0,22	0,41	0,37	0,31
T_{2m}	0,15	0,06	0,17	0,09	0,14	0,10	0,16	0,15	0,19	0,34	0,40	0,30

Реанализ

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
H_{500}	6,41	3,45	4,95	3,3	4,2	2,76	3,04	2,56	2,27	4,79	5,63	5,88
T_{850}	0,41	0,29	0,54	0,60	0,43	0,27	0,22	0,29	0,52	0,71	0,68	0,39
T_{2m}	0,23	0,12	0,28	0,27	0,30	0,28	0,20	0,19	0,35	0,42	0,40	0,22

«Стандартизованная система верификации для долгосрочных прогнозов», Standardised Verification System for Long-Range Forecasts (SVSLRF)

- ✓ ρ (RO) - коэффициент (показатель) совпадения по знаку аномалии
- ✓ ACC - коэффициент корреляции аномалий
- ✓ RMSE - средне-квадратическая ошибка
- ✓ Критерий качества по среднему квадрату ошибки (MSSS, mean square error skill score) $MSSS_j = 1 - \frac{MSE_j}{MSE_{cj}}$

где $MSE_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (f_{ij} - x_{ij})^2$ среднеквадратичное отклонение (СКО) прогнозов

$$MSE_{cj} = \frac{n-1}{n} s_{xj}^2 \quad \text{СКО прогнозов «климатологии»}$$

- ✓ Сравнительная оперативная характеристика ROC
(Relative operating characteristics)

ROC_A - сравнительная оперативная характеристика (выше нормы)

ROC_N - сравнительная оперативная характеристика (норма)

ROC_B - сравнительная оперативная характеристика (ниже нормы)

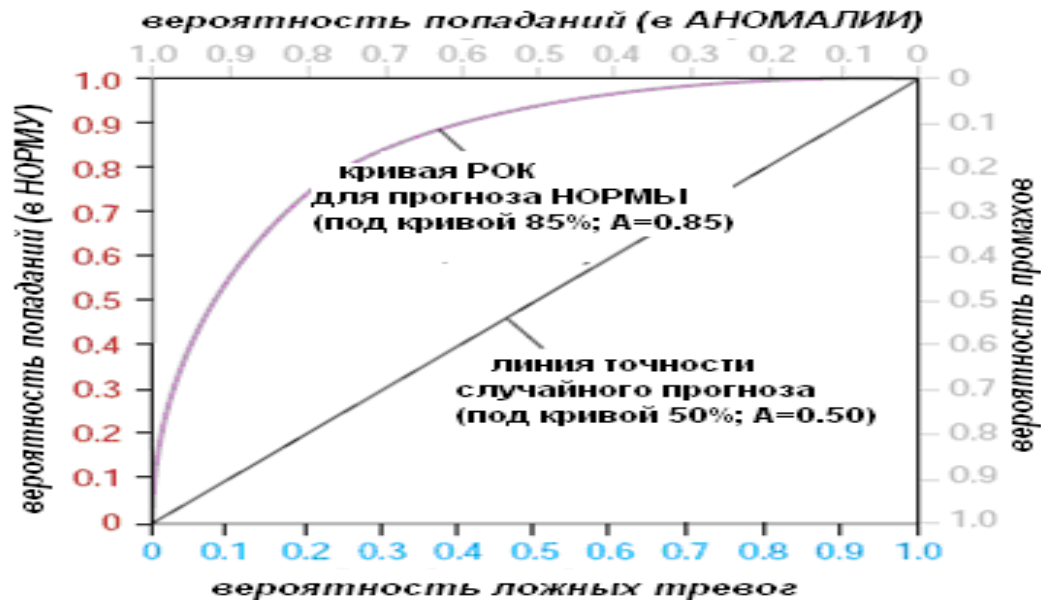
СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОПЕРАТИВНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

$$HR_n = \left(\sum_{i=n}^N O_i \right) / \left(\sum_{i=1}^N O_i \right)$$

(O) равно 1, когда наблюдается наличие события, соответствующего прогнозу в классе n ; в ином случае равно 0.

$$FAR_n = \left(\sum_{i=n}^N NO_i \right) / \left(\sum_{i=1}^N NO_i \right)$$

(NO) равно 1, когда событие, соответствующее прогнозу в классе n , не наблюдается



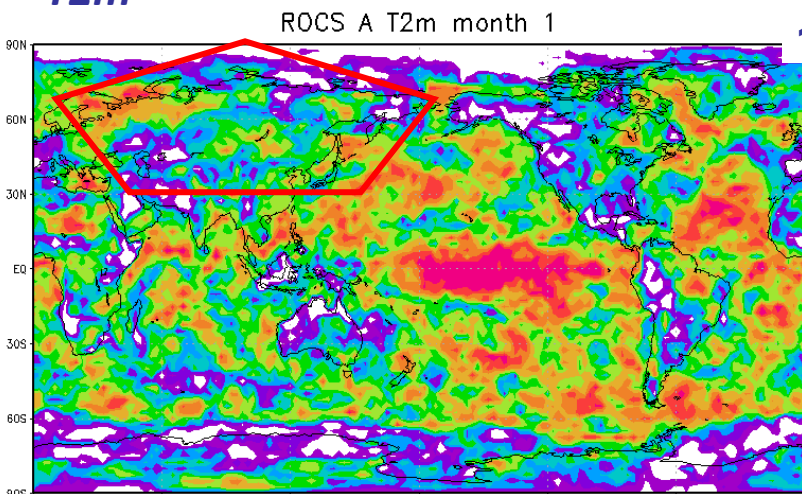
Кривая относительной оперативной характеристики. По осям выделены значения долей, относительно которых можно построить однозначно кривую характеристики: либо по паре FAR-HR, либо по паре «доля промахов – доля верных попаданий в аномалии».

* А.В.Муравьев, И.А.Куликова

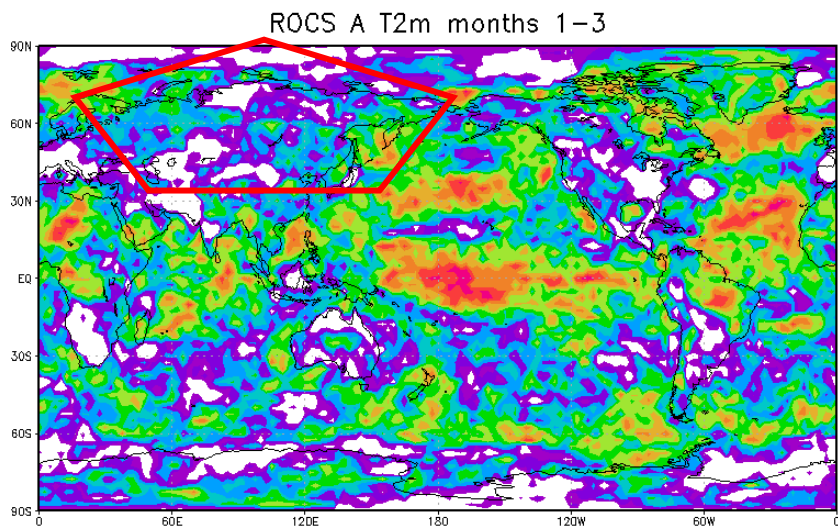
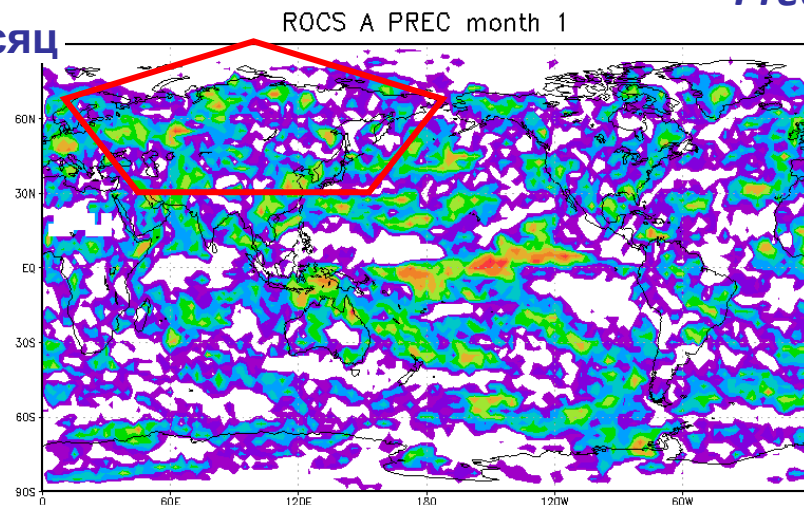
Карты показателя ROCS_A, агрегированного за 30 лет (ноябрь-февраль)

T2m

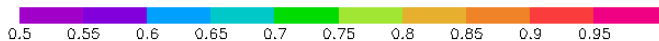
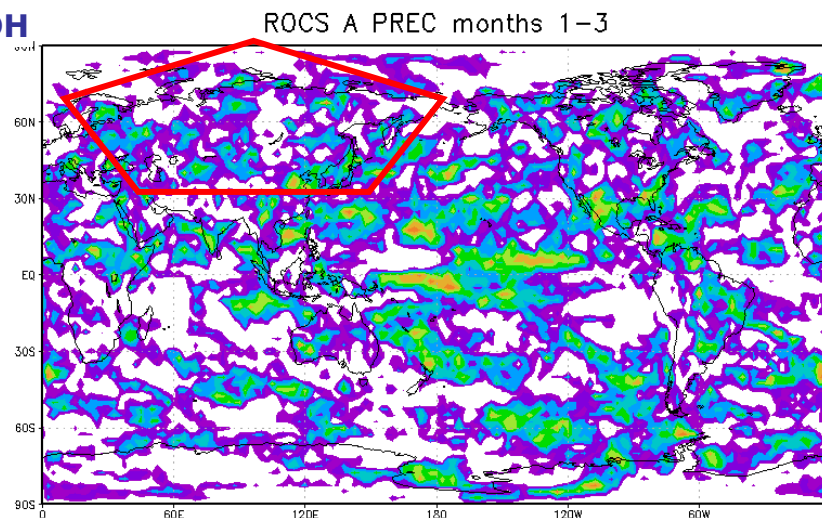
Prec



1-й месяц



Сезон

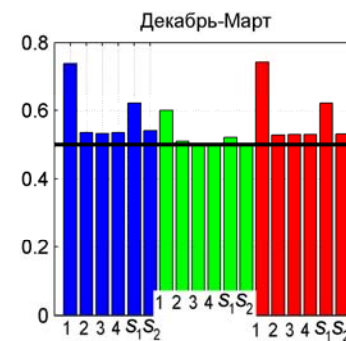
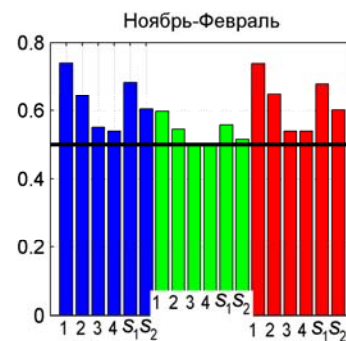
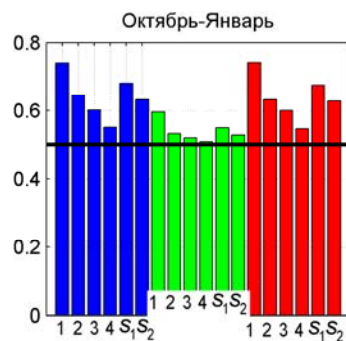
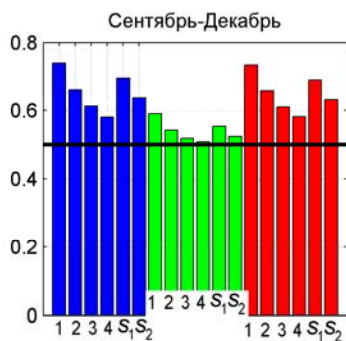
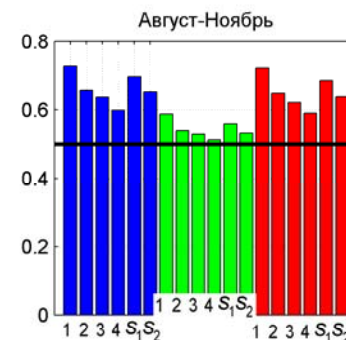
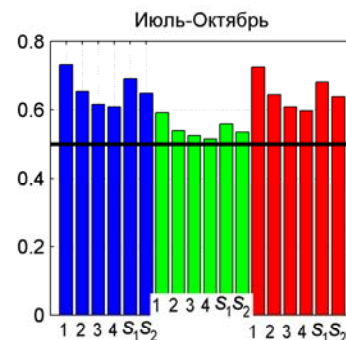
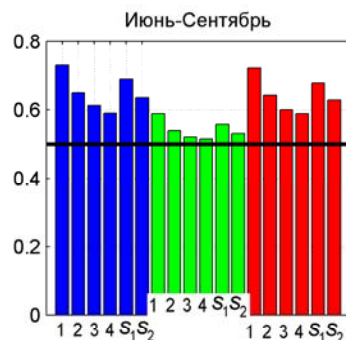
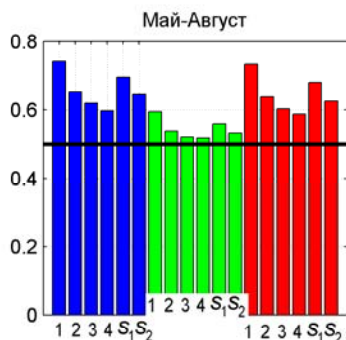
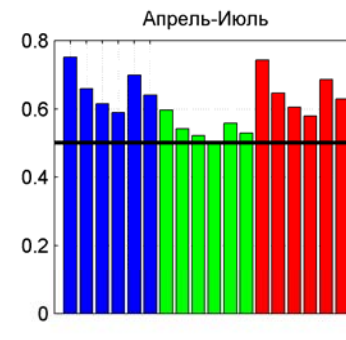
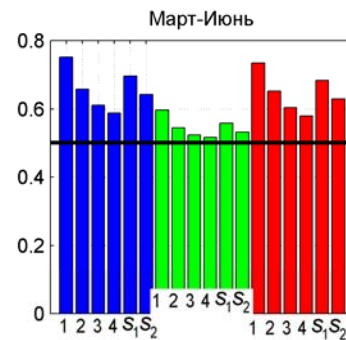
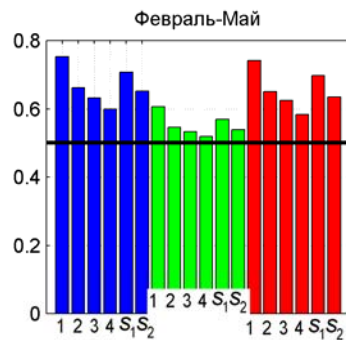
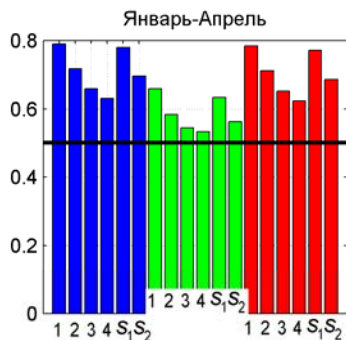


Средние оценки прогнозов T2t для каждого сезона (ПЛАВ)

ROCS_B

ROCS_N

ROCS_A



Оценки качества оперативных прогнозов

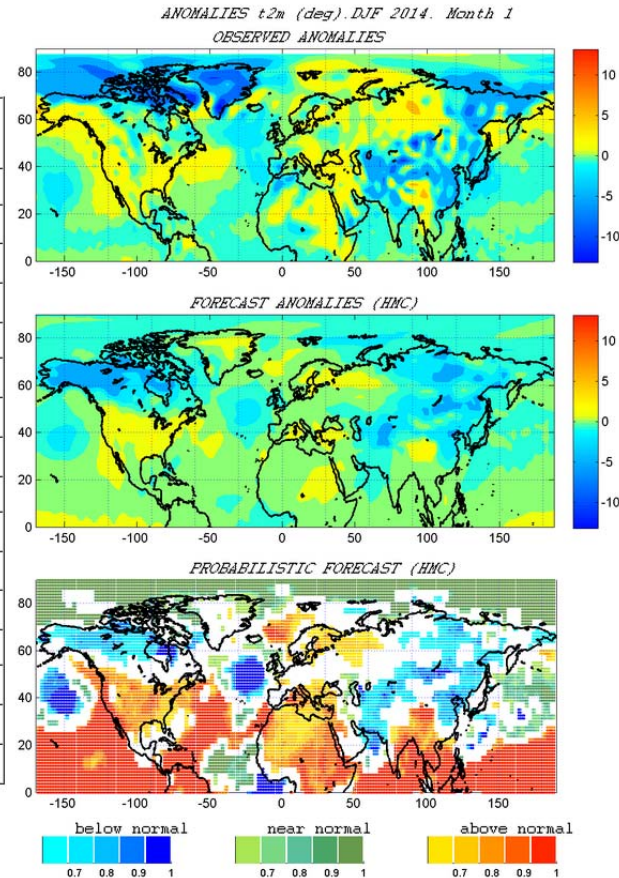
Оценки успешности сезонных прогнозов

Дата: 2014-12-01 | Регион: Северная Евразия | Метеоэлемент: T2m | [Загрузить](#)

Метеоэлемент: T2m
 Регион: Северная Евразия (35N - 75N; 20E - 180E)
 Исходная дата прогноза: 2014-12-01

Модель	Характеристики успешности прогнозов						Карта аномалий
	ROC_A	ROC_N	ROC_B	RO	ACC	RMSE	
Декабрь 2014							
ГМЦ	0.73	0.57	0.68	0.27	0.31	2.26	Открыть
ГГО	0.57	0.59	0.45	-0.03	-0.16	2.92	Открыть
ГМЦ+ГГО	0.65	0.59	0.59	0.1	0.06	2.52	Открыть
Январь 2015							
ГМЦ	0.59	0.6	0.64	0.1	0.16	2.75	Открыть
ГГО	0.61	0.5	0.57	0.18	0.15	2.8	Открыть
ГМЦ+ГГО	0.62	0.55	0.63	0.16	0.19	2.73	Открыть
Февраль 2015							
ГМЦ	0.45	0.48	0.47	-0.45	-0.66	3.8	Открыть
ГГО	0.41	0.46	0.56	0.18	0.01	3.22	Открыть
ГМЦ+ГГО	0.42	0.46	0.49	-0.06	-0.42	3.47	Открыть
Сезон							
ГМЦ	0.64	0.5	0.56	-0.12	-0.21	2.19	Открыть
ГГО	0.48	0.52	0.41	0.02	-0.12	2.21	Открыть
ГМЦ+ГГО	0.55	0.52	0.46	-0.11	-0.19	2.15	Открыть

Оценки качества прогнозов:
 ROC_A - сравнительная оперативная характеристика (выше нормы)
 ROC_N - сравнительная оперативная характеристика (норма)
 ROC_B - сравнительная оперативная характеристика (ниже нормы)

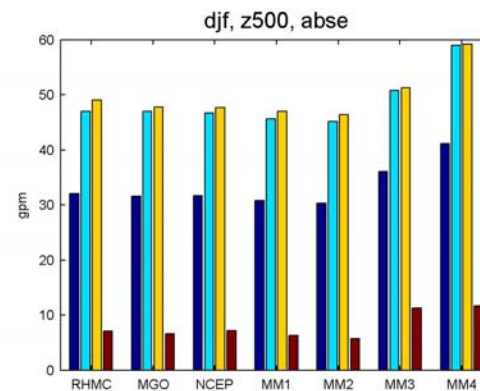
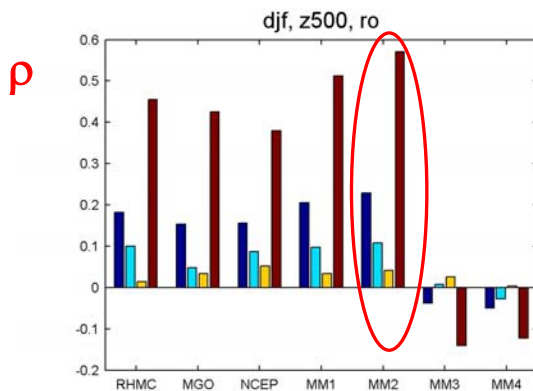


На сайте СЕАКЦ представлены оценки качества прогнозов на сезон по моделям Гидрометцентра, ГГО и осредненных прогнозов (ГМЦ+ГГО)

Преимущество мультимодельного прогноза

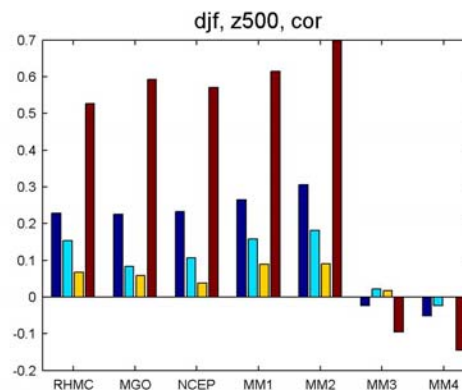
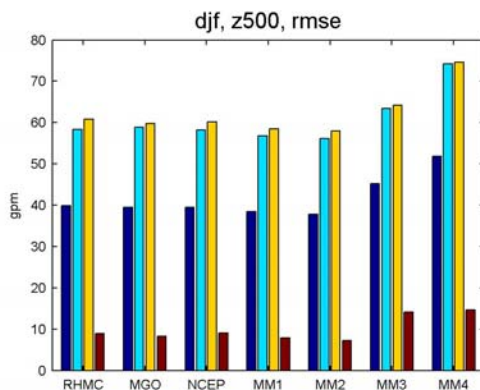
Средние оценки качества прогнозов полей геопотенциала H500 по зимним сезонным прогнозам.

Наилучшее качество у мультимодельного прогноза (среднее без весовых коэффициентов)



AbsE

RMSE



Cor

RHMC – Гидрометцентр (ПЛАВ)

MGO – модель ГГО

NCEP – модель CFS2

MM1 – среднее с весами

MM2 – среднее без весов

MM3, MM4 – регрессионные схемы



внетропическая часть СП

Северная Евразия

тропики

Средние оценки качества оперативных прогнозов за 2012-2015 г.г.

Глобус

1-й месяц

		H500	SLP	T850	T2m	Prec
ACC	ГМЦ	0.31	0.27	0.30	0.28	0.08
	ГГО	0.34	0.30	0.36	0.36	0.16
	ГМЦ+ГГО	0.38	0.31	0.39	0.37	0.14
ρ	ГМЦ	0.30	0.18	0.24	0.30	0.07
	ГГО	0.29	0.22	0.26	0.34	0.08
	ГМЦ+ГГО	0.34	0.25	0.28	0.35	0.08
RMSE	ГМЦ	36.07	2.96	1.40	1.48	1.26
	ГГО	34.74	2.95	1.31	1.39	1.26
	ГМЦ+ГГО	33.50	2.79	1.28	1.36	1.26
ROC_b	ГМЦ	0.64	0.61	0.57	0.65	0.54
	ГГО	0.67	0.63	0.60	0.68	0.55
	ГМЦ+ГГО	0.69	0.66	0.61	0.69	0.56
ROC_n	ГМЦ	0.52	0.51	0.51	0.55	0.50
	ГГО	0.55	0.53	0.53	0.56	0.51
	ГМЦ+ГГО	0.55	0.53	0.53	0.57	0.51
ROC_a	ГМЦ	0.56	0.63	0.54	0.62	0.53
	ГГО	0.66	0.64	0.61	0.66	0.54
	ГМЦ+ГГО	0.66	0.67	0.60	0.68	0.55

Северная Евразия

		H500	SLP	T850	T2m	Prec
ACC	ГМЦ	0.25	0.23	0.35	0.31	0.09
	ГГО	0.39	0.31	0.39	0.37	0.07
	ГМЦ+ГГО	0.38	0.31	0.44	0.40	0.11
ρ	ГМЦ	0.17	0.14	0.24	0.24	0.01
	ГГО	0.27	0.20	0.27	0.26	0.01
	ГМЦ+ГГО	0.27	0.20	0.31	0.29	0.01
RMSE	ГМЦ	49.40	3.54	1.95	2.32	0.61
	ГГО	44.78	3.29	1.92	2.20	0.61
	ГМЦ+ГГО	44.78	3.21	1.82	2.13	0.61
ROC_b	ГМЦ	0.58	0.60	0.60	0.61	0.54
	ГГО	0.66	0.63	0.65	0.64	0.52
	ГМЦ+ГГО	0.65	0.64	0.66	0.66	0.54
ROC_n	ГМЦ	0.50	0.52	0.52	0.53	0.51
	ГГО	0.53	0.53	0.54	0.55	0.50
	ГМЦ+ГГО	0.52	0.53	0.54	0.55	0.51
ROC_a	ГМЦ	0.56	0.59	0.60	0.60	0.54
	ГГО	0.66	0.60	0.65	0.65	0.51
	ГМЦ+ГГО	0.64	0.62	0.66	0.66	0.53

Сезон

		H500	SLP	T850	T2m	Prec
ACC	ГМЦ	0.28	0.16	0.24	0.25	0.05
	ГГО	0.21	0.13	0.32	0.32	0.13
	ГМЦ+ГГО	0.30	0.17	0.31	0.33	0.10
ρ	ГМЦ	0.36	0.18	0.23	0.28	0.04
	ГГО	0.17	0.14	0.23	0.30	0.05
	ГМЦ+ГГО	0.35	0.21	0.25	0.32	0.05
RMSE	ГМЦ	24.87	2.10	1.38	1.13	1.20
	ГГО	25.05	2.10	1.30	1.08	1.20
	ГМЦ+ГГО	23.93	2.01	1.30	1.07	1.20
ROC_b	ГМЦ	0.64	0.60	0.55	0.63	0.52
	ГГО	0.63	0.56	0.58	0.64	0.53
	ГМЦ+ГГО	0.66	0.62	0.58	0.66	0.53
ROC_n	ГМЦ	0.52	0.52	0.52	0.54	0.50
	ГГО	0.52	0.50	0.53	0.54	0.50
	ГМЦ+ГГО	0.53	0.52	0.53	0.55	0.50
ROC_a	ГМЦ	0.58	0.63	0.52	0.59	0.51
	ГГО	0.58	0.60	0.58	0.62	0.52
	ГМЦ+ГГО	0.62	0.64	0.58	0.64	0.53

		H500	SLP	T850	T2m	Prec
ACC	ГМЦ	0.23	0.14	0.30	0.23	0.11
	ГГО	0.25	0.08	0.36	0.29	0.09
	ГМЦ+ГГО	0.29	0.12	0.40	0.32	0.13
ρ	ГМЦ	0.16	0.13	0.25	0.20	0.03
	ГГО	0.15	0.09	0.26	0.23	0.04
	ГМЦ+ГГО	0.19	0.12	0.29	0.25	0.04
RMSE	ГМЦ	33.00	2.32	1.65	1.71	0.56
	ГГО	32.25	2.32	1.65	1.69	0.56
	ГМЦ+ГГО	31.37	2.21	1.60	1.63	0.56
ROC_b	ГМЦ	0.54	0.58	0.56	0.58	0.53
	ГГО	0.56	0.56	0.59	0.59	0.53
	ГМЦ+ГГО	0.57	0.59	0.61	0.61	0.54
ROC_n	ГМЦ	0.49	0.51	0.52	0.52	0.50
	ГГО	0.51	0.49	0.51	0.52	0.51
	ГМЦ+ГГО	0.50	0.50	0.51	0.52	0.50
ROC_a	ГМЦ	0.51	0.56	0.58	0.59	0.52
	ГГО	0.55	0.55	0.57	0.59	0.53
	ГМЦ+ГГО	0.54	0.56	0.60	0.62	0.53

Статистическая коррекция детерминистских прогнозов температуры воздуха и осадков на 1-4 месяца по модели ПЛАВ

Скорректированные прогнозы будут использоваться для детализации (даунскейлинга) численных прогнозов с целью воспроизведения пространственно-временных изменений температуры и осадков.

Значения температуры и осадков в узлах сетки восстанавливаются по прогностическим полям $H500$, $T850$, SLP , а также по самим значениям температуры и осадков. Для отбора оптимальных предикторов в схеме прогноза использован регрессионный метод со скользящим окном. Полученные оценки скорректированных ретроспективных прогнозов по модели ПЛАВ показали существенное улучшение качества прогнозов на историческом материале.

*Средние
коэффициенты
корреляции и
коэффициенты ρ
прогнозов
температуры*

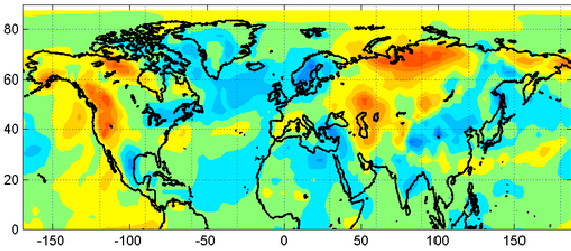
	Без коррекции		С коррекцией	
	ACC	ρ	ACC	ρ
Ноябрь	0.57	0.42	0.64	0.58
Декабрь	0.29	-0.09	0.47	0.65
Январь	0.15	-0.19	0.48	0.39
Февраль	0.04	-0.12	0.61	0.54
НДЯ	0.51	0.15	0.58	0.63
ДЯФ	0.18	-0.01	0.44	0.47

T2m. Прогноз и факт. Лето 2015 года

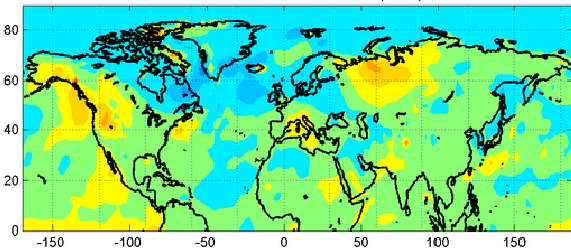
Фактические аномалии

ИЮНЬ

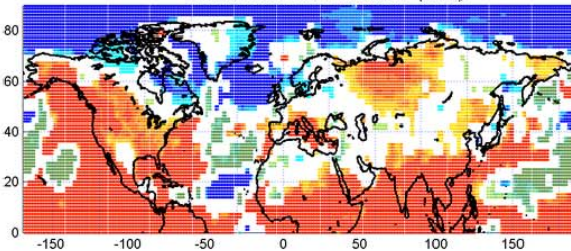
ANOMALIES t2m (deg). JJA 2015. Month 1
OBSERVED ANOMALIES



FORECAST ANOMALIES (HMC)

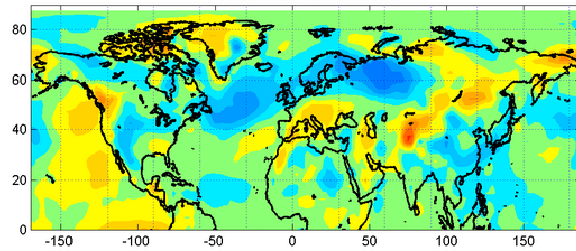


PROBABILISTIC FORECAST (HMC)

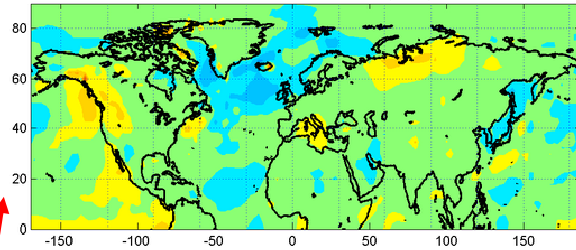


ИЮЛЬ

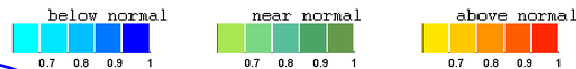
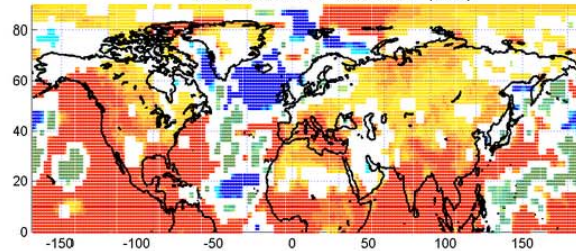
ANOMALIES t2m (deg). JJA 2015. Month 2
OBSERVED ANOMALIES



FORECAST ANOMALIES (HMC)

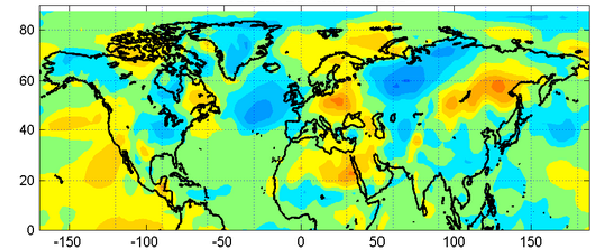


PROBABILISTIC FORECAST (HMC)

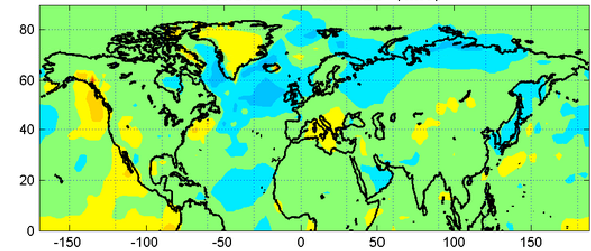


август

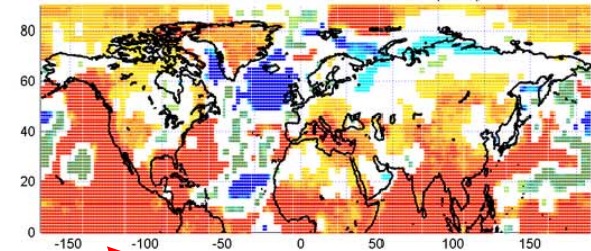
ANOMALIES t2m (deg). JJA 2015. Month 3
OBSERVED ANOMALIES



FORECAST ANOMALIES (HMC)



PROBABILISTIC FORECAST (HMC)



Прогностические аномалии

Прогностические вероятности

Оценки успешности сезонных прогнозов

Дата: 2015-06-01 | Регион: Северная Евразия | Метеозлемент: T2m | [Загрузить](#)

Метеозлемент: T2m

Регион: Северная Евразия (35N - 75N; 20E - 180E)

Исходная дата прогноза: 2015-06-01

Модель	Характеристики успешности прогнозов						Карта аномалий
	ROC_A	ROC_N	ROC_B	RO	ACC	RMSE	
Июнь 2015							
ГМЦ	0.59	0.53	0.48	0.14	0.5	1.62	Открыть
ГГО	0.71	0.61	0.63	0.34	0.63	1.5	Открыть
ГМЦ+ГГО	0.7	0.6	0.59	0.3	0.66	1.5	Открыть
Июль 2015							
ГМЦ	0.61	0.52	0.55	0.3	0.21	1.6	Открыть
ГГО	0.52	0.45	0.59	0.3	0.4	1.46	Открыть
ГМЦ+ГГО	0.58	0.49	0.61	0.31	0.35	1.49	Открыть
Август 2015							
ГМЦ	0.59	0.54	0.57	0.22	0.35	1.39	Открыть
ГГО	0.49	0.41	0.6	0.17	0.18	1.48	Открыть
ГМЦ+ГГО	0.54	0.47	0.6	0.31	0.33	1.4	Открыть
Сезон							
ГМЦ	0.52	0.57	0.46	0.34	0.36	1.09	Открыть
ГГО	0.55	0.52	0.46	0.28	0.42	1.05	Открыть
ГМЦ+ГГО	0.54	0.58	0.46	0.43	0.46	1.03	Открыть

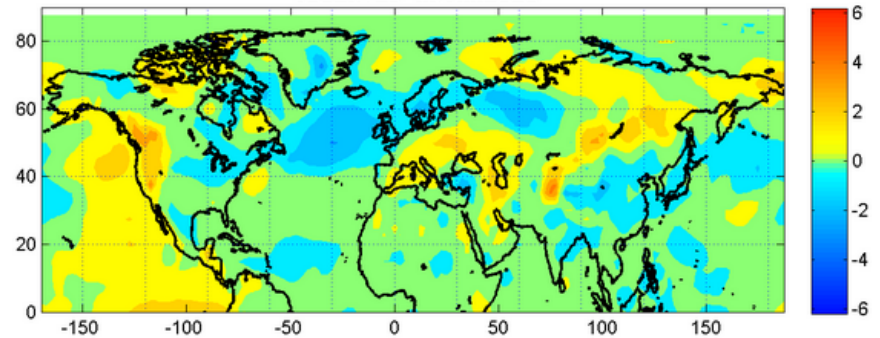
Оценки качества прогнозов:

ROC_A - сравнительная оперативная характеристика (выше нормы)

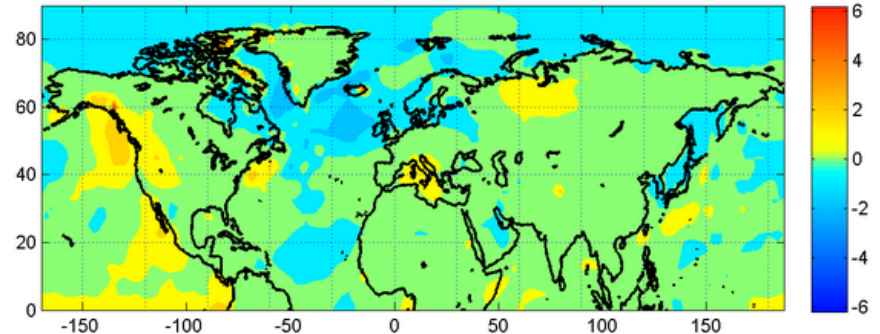
ROC_N - сравнительная оперативная характеристика (норма)

ROC_B - сравнительная оперативная характеристика (ниже нормы)

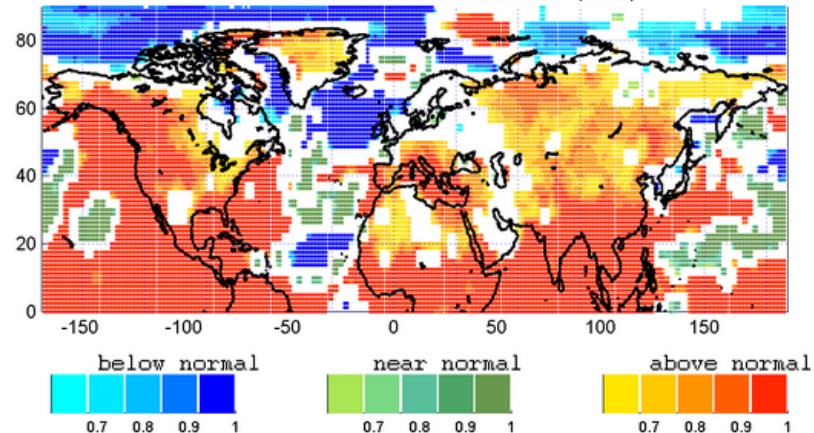
ANOMALIES t2m (deg). JJA 2015. Season
OBSERVED ANOMALIES



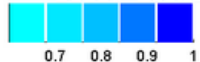
FORECAST ANOMALIES (HMC)



PROBABILISTIC FORECAST (HMC)



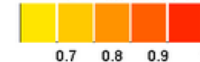
below normal



near normal



above normal

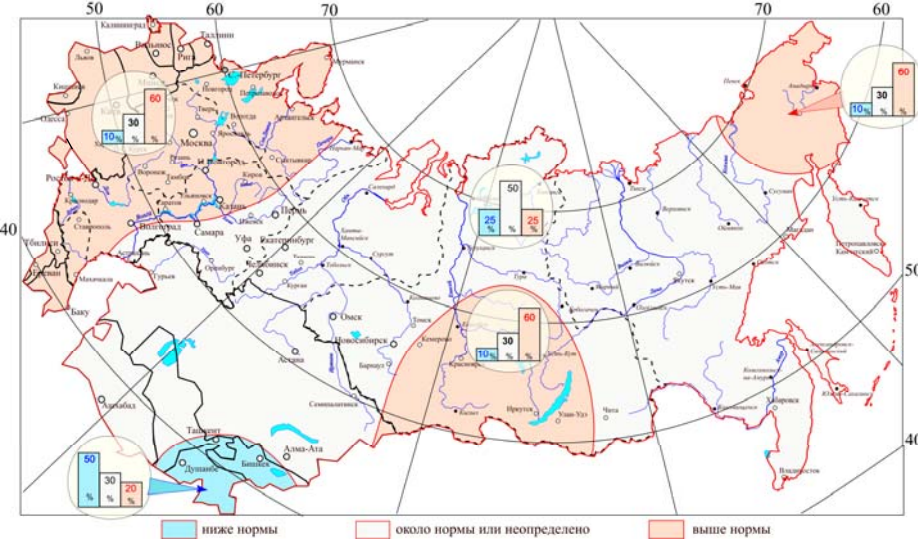


Прогноз на лето 2015 года

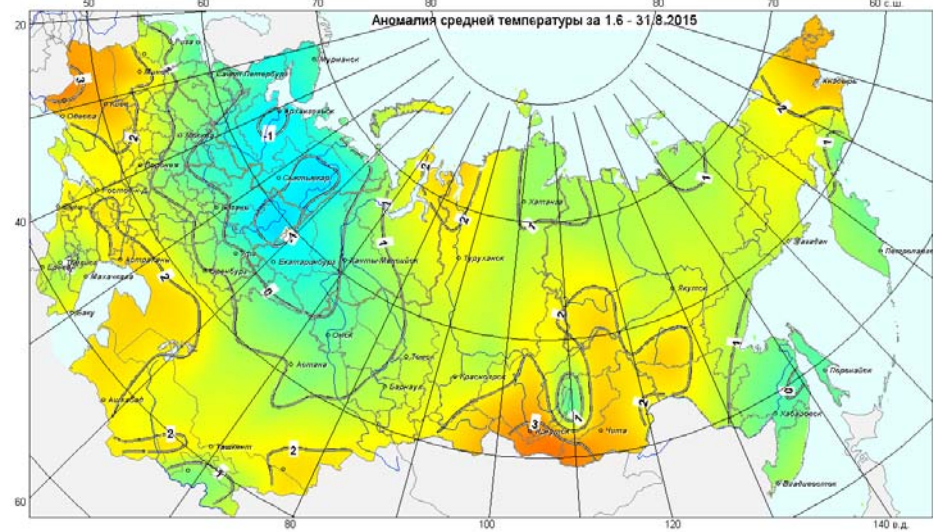
Фактические аномалии

Температура

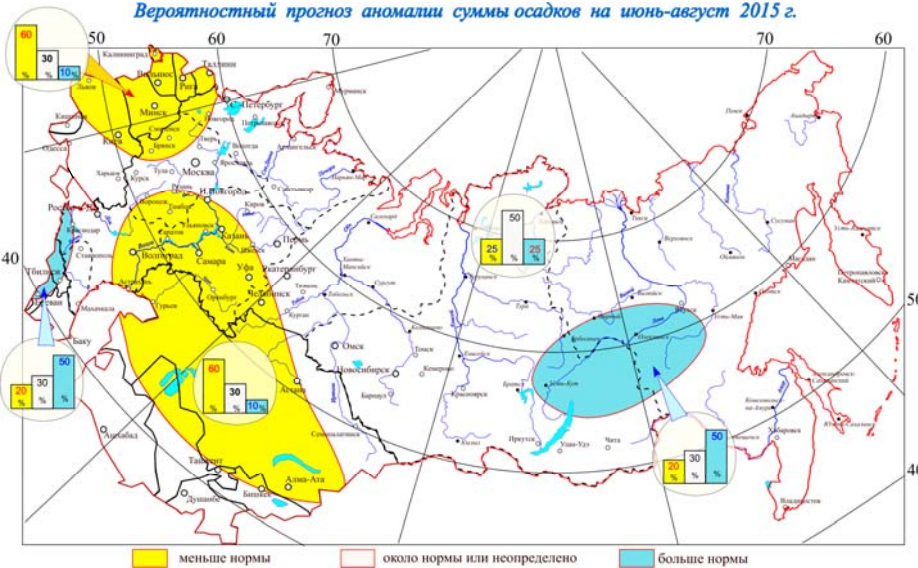
Вероятный прогноз аномалии средней температуры воздуха на июнь-август 2015 г.



Аномалия средней температуры за 1.6 - 31.8.2015

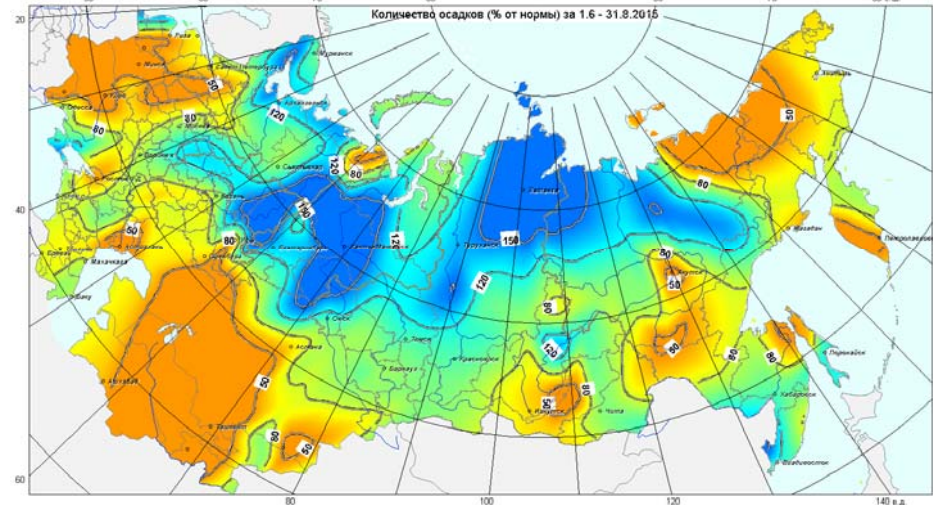


Вероятный прогноз аномалии суммы осадков на июнь-август 2015 г.



Осадки

Количество осадков (% от нормы) за 1.6 - 31.8.2015





Спасибо за внимание

Спасибо за внимание