

Программный комплекс «Долгосрочник-Синоптик»

*пример составления прогнозов погоды на месяц
с использованием ансамблевого подхода*

Цепелев В.Ю.

ФГБУ «Северо-Западное УГМС»

NEASOF - 15000

2018 г.

Инструментарий

С целью автоматизации процесса разработки прогнозов в вероятностных терминах ансамблевого прогноза, визуализации и анализа прогностической информации и оценки качества прогнозов используется специализированная информационно-вычислительная система «Синоптик-долгосрочник».

LONG RANGE WEATHER FORECAST (ver.12.2 d)

ПРОГНОЗ ПО ГОМОЛОГАМ ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ ГОМОЛОГОВ МЕТОД ААНИИ ПРОГНОЗ ПО АНАЛОГУ КОРРЕКЦИЯ БД СТАТИСТИКА АНСАМБЛЕВЫЙ ПРОГНОЗ

ТЕКУЩИЙ ГОД: 2015 СРАВНИВАЕМЫЙ ГОД: 2015

ТЕКУЩИЙ МЕСЯЦ: ФЕВРАЛЬ ОТ ДНЯ: 1 СРАВНИВАЕМЫЙ МЕСЯЦ: ФЕВРАЛЬ ДО ДНЯ: 1

ТЕКУЩАЯ БД: SLP СРАВНИВАЕМАЯ БД: []

ТИП ДАННЫХ: АНОМАЛИИ ВИЗУАЛИЗАЦИЯ: ИЗОЛИНИИ

ОСРЕДНЕНИЕ: МЕСЯЧНОЕ ШАГ ИЗОЛИНИЙ: СРЕДНЯЯ

НОРМА: 1900-2010 ДЛИНА ЕСП: 1

ДАТЫ НАЧАЛА ОЦП: 1 6 11 16 21 26

ТИП ПОИСКА ГОМОЛОГА: СТАНДАРТНЫЙ ОДИН ПАРАМЕТР

СДВИГ ПО ДНЯМ ДЛЯ ПОИСКА РЕПЕРА: 12 СДВИГ ПО ДНЯМ В ГРУППЕ: 0

ДЛИНА РЯДА ДЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ (ААНИИ): 1.0

ВЕС ДЛЯ МЕСЯЦЕВ ХВОСТА (ААНИИ): []

ТЕКУЩАЯ ГРУППА: 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25

ГРУППА СРАВНЕНИЯ: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23

ОТ ШИРОТЫ: -60 -55 -50 -45 -40 -35 -30 -25 -20 -15 -10 -5 0 5 10 15 20 25 30

ДО ШИРОТЫ: 90 85 80 75 70 65 60 55 50 45 40 35 30 25 20 15 10 5 0

АНСАМБЛЕВЫЙ ПРОГНОЗ

МОДЕЛИ: NCSEF CFSv2 ОСРЕДНЕНИЕ: МЕСЯЧНОЕ

ТИП ДАННЫХ: АНОМАЛИИ

ДАТА ВЫПУСКА ПРОГНОЗА: ГОД: 2016 МЕСЯЦ: 2 ДЕНЬ: 22

ВЕСА ДЛЯ МОДЕЛЕЙ: 1 1 1

ВЕСА ДЛЯ ЧЛЕНОВ АНСАМБЛЯ:

	0	1	2	3	4
0	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1
3	1	1	1	1	1
4	1	1	1	1	1
5	1	1	1	1	1

ПРОЕКЦИЯ: СЕВ. ПОЛУШАРИЕ ЦЕНТР КАРТЫ: 90

ТОПОГРАФИЯ: КОНТУРЫ ВЕКТОРА ВЕТРА:

ОТ ДОЛГОТЫ: -180 ДО ДОЛГОТЫ: 180

СОХРАНИТЬ В ФАЙЛ ПЕЧАТЬ ЗАКРЫТЬ ВСЕ ОКНА ВЫХОД

Используемая прогностическая модель

В качестве примера разработки прогноза на месяц с использованием инструментария программного комплекса была взята модель CFS v.2, ежедневно рассчитываемая в NCEP/NCAR США и которую можно получить в свободном доступе с FTP сервера NCEP.

- Дата разработки прогноза 1 Ноября 2018 года.
- Прогноз составляется на Ноябрь 2018 года с нулевой заблаговременностью.
- Для разработки прогноза используется 28 членов ансамбля.
- В качестве примера оценки качества прогнозов взять прогноз разработанный 6 сентября 2018 года на Октябрь 2018 года.
- Используются следующие метеопараметры:
 - * приземное давление,
 - * температура на уровне 2 метра,
 - * осадки,
 - * температура на уровне 850 гпа,
 - * высота изобарической поверхности 500 гпа.

Задачи поставленные перед прогнозистом и пути их решения

Перед прогнозистом встают следующие задачи:

- ① Визуализация прогностического материала;
- ② Анализ прогностического материала.
- ③ Интерпретация прогностического материала.

Задачи визуализации материала решаются при помощи программного комплекса «Долгосрочник-синоптик»:

- a) Визуализация всех членов ансамбля по всем имеющимся метеопараметрам;
- b) Визуализация средних полей по ансамблю и полей дисперсий;
- c) Визуализация полей вероятности осуществления знака аномалии метеопараметра;
- d) Визуализация полей вероятности осуществления экстремальных аномалий метеопараметра;
- e) Визуализация графиков преобразования метеопараметров внутри прогностического месяца по выбранным географическим точкам.

Задача анализа и интерпретации материала заключается в:

- a) Оценке сценариев возможного развития процессов в прогностическом месяце;
- b) Оценке вероятности осуществления экстремальных аномалий метеопараметров;
- c) Оценке осуществления того или иного знака аномалии метеопараметра;
- d) Оценке устойчивости прогностического ансамбля во времени;
- e) Выпуске прогноза погоды на прогностический месяц с указанием рисков неблагоприятного сценария.

Преимущества информации ансамблевого прогноза

1. Использование ансамблевого подхода в прогнозировании открывает возможность для выпуска двух разных типов прогнозов - полностью вероятностного или детерминированного с дополнительной информацией о неопределенности.
2. Использование полностью вероятностных прогнозов позволяет всем пользователям адаптировать их решения к своим конкретным потребностям (к примеру, использование их для оценки экономического ущерба).
3. Детерминированный прогноз может дополняться указанием степени его достоверности, которая не всегда будет одинаковой для всех элементов одного и того же прогноза. Степень достоверности должна основываться на разбросе по ансамблю.
4. Наилучший подход к выпуску детерминированного прогноза будет зависеть от предсказуемости, на что указывает разброс по ансамблю. Малый разброс в ансамбле - хорошая предсказуемость и можно представить больше деталей. Большой разброс в ансамбле - слабая предсказуемость, а следовательно следует избегать чрезмерной детализации.
5. Когда прогнозист выпускает детерминированный прогноз, то лежащая в его основе неопределенность все еще сохраняется. Он должен сделать лучшую предположительную оценку вероятного исхода. Необходимо сообщать пользователю о рисках и последствиях неблагоприятных явлений, связанных с наихудшими сценариями, наряду с информацией о наиболее вероятном прогностическом исходе.

Визуализация прогностической информации



Приземное давление

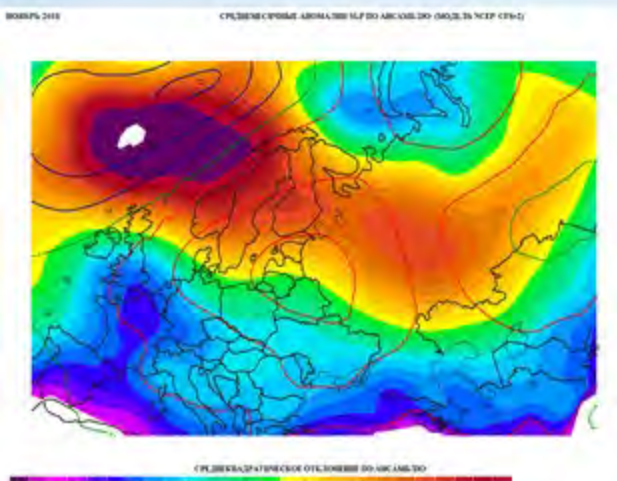


Температура на 2 м

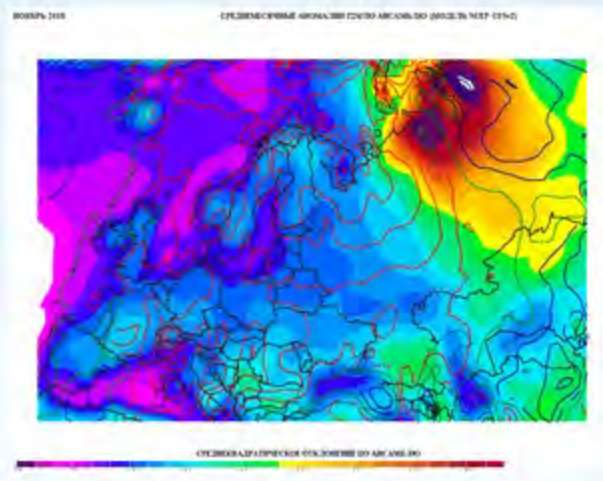
Карты-почтовые марки

Набор небольших карт, показывающих контурные диаграммы каждого отдельно взятого члена ансамбля, который позволяет прогнозику рассматривать сценарии прогноза и оценивать возможные риски экстремальных явлений.

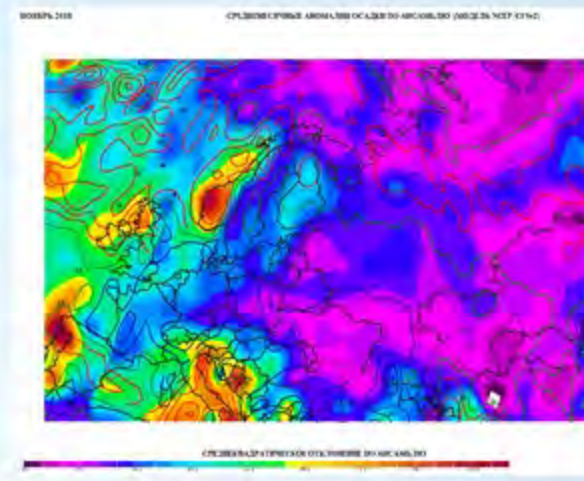
Визуализация прогностической информации



Приземное давление



Температура на 2 м



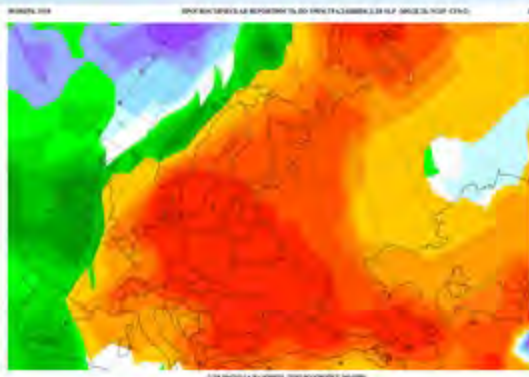
Осадки

Средняя величина и разброс по ансамблю

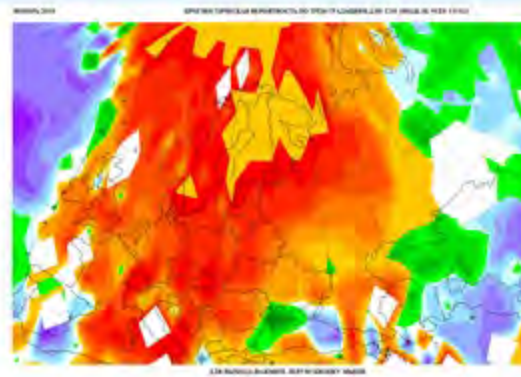
Это простое среднее значение параметра между всеми членами ансамбля. Предоставляет тот элемент прогноза, который можно спрогнозировать, но которому нельзя доверять, так как он будет редко улавливать риск наступления экстремальных явлений.

Разброс параметра рассчитывается как стандартное отклонение переменной и показывает меру уровня его неопределенности в прогнозе. Обычно представлен на картах с наложением средней величины по ансамблю.

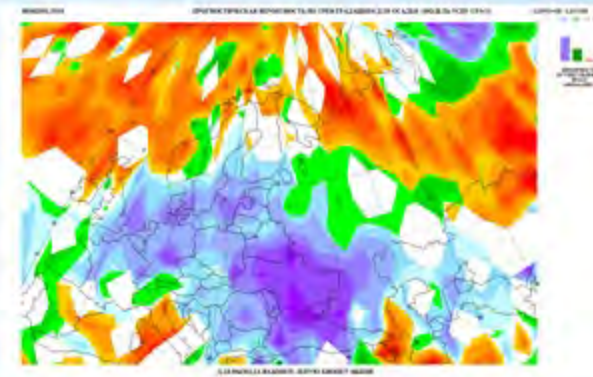
Визуализация прогностической информации



Приземное давление



Температура на 2 м

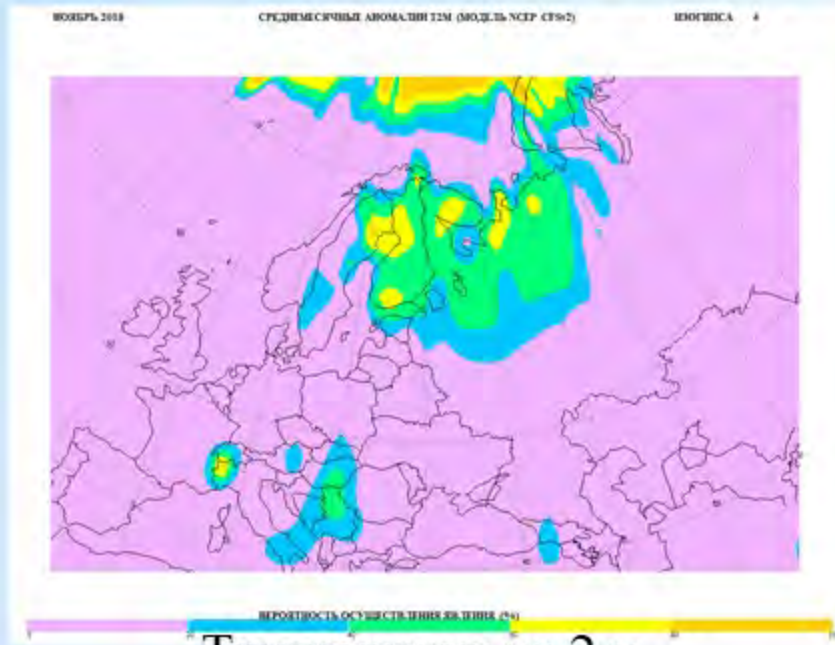


Осадки

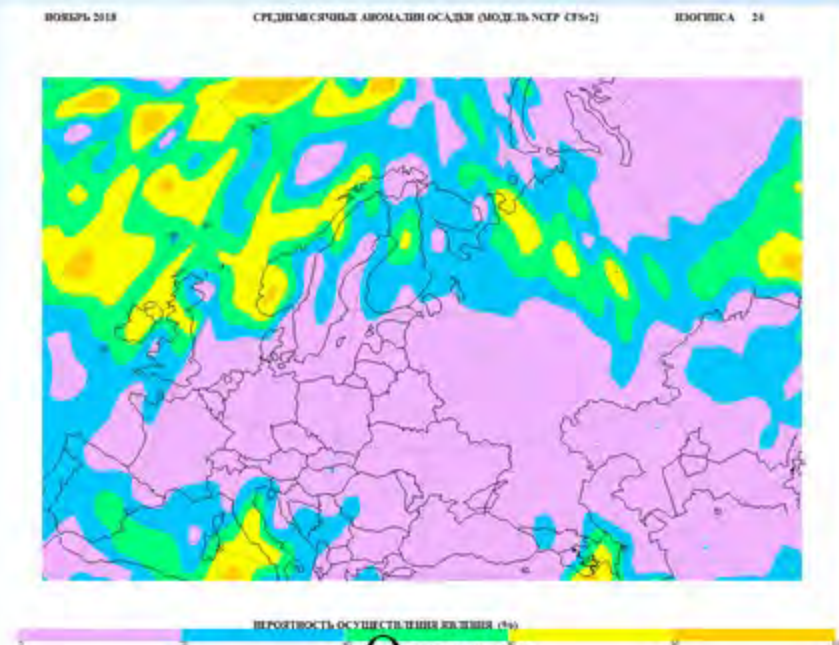
Вероятность знака аномалии

Вероятность часто оценивается как простое соотношение членов ансамбля, которые прогнозируют наступление того или иного события в конкретном месте или точке сетки. Например, прогноз аномалии температуры на уровне 2 м отклоняющийся более чем на одно стандартное отклонение выше или ниже нормы. На рисунке нанесены вероятность наступления события по терциям – выше нормы (красный цвет), норма (зеленый), ниже нормы (синий). Интенсивность заливки говорит о том, что при более интенсивном цвете вероятность попадания величины в тот или иной диапазон будет выше, чем при менее интенсивном цвете.

Визуализация прогностической информации



Температура на 2 м



Осадки

Вероятность осуществления явления

Оценка вероятности осуществления опасных явлений в выделенном географическом районе. Определяется как отношение числа членов прогностического ансамбля попадающих в диапазон экстремального значения метеопараметра к общему числу членов ансамбля. Процент рассчитывается в каждом узле сетки. Цветовым заполнением наносится распределение вероятности осуществления экстремального значения метеопараметра. Анализ карты, выявляет районы с высокой вероятностью формирования положительной аномалии приземной температуры воздуха « $+4^{\circ}$ » или осадков на 24% и более выше нормы и районы где такая прогностическая аномалия маловероятна.

Визуализация прогностической информации

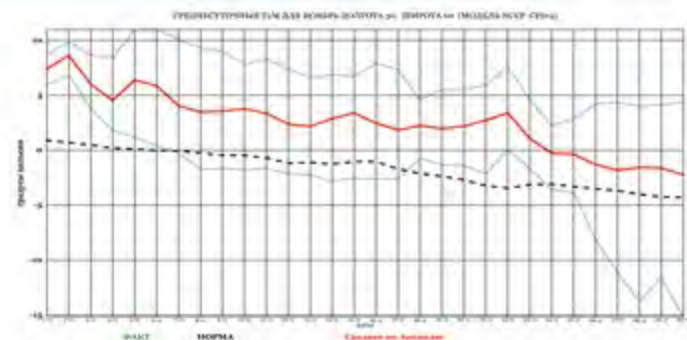
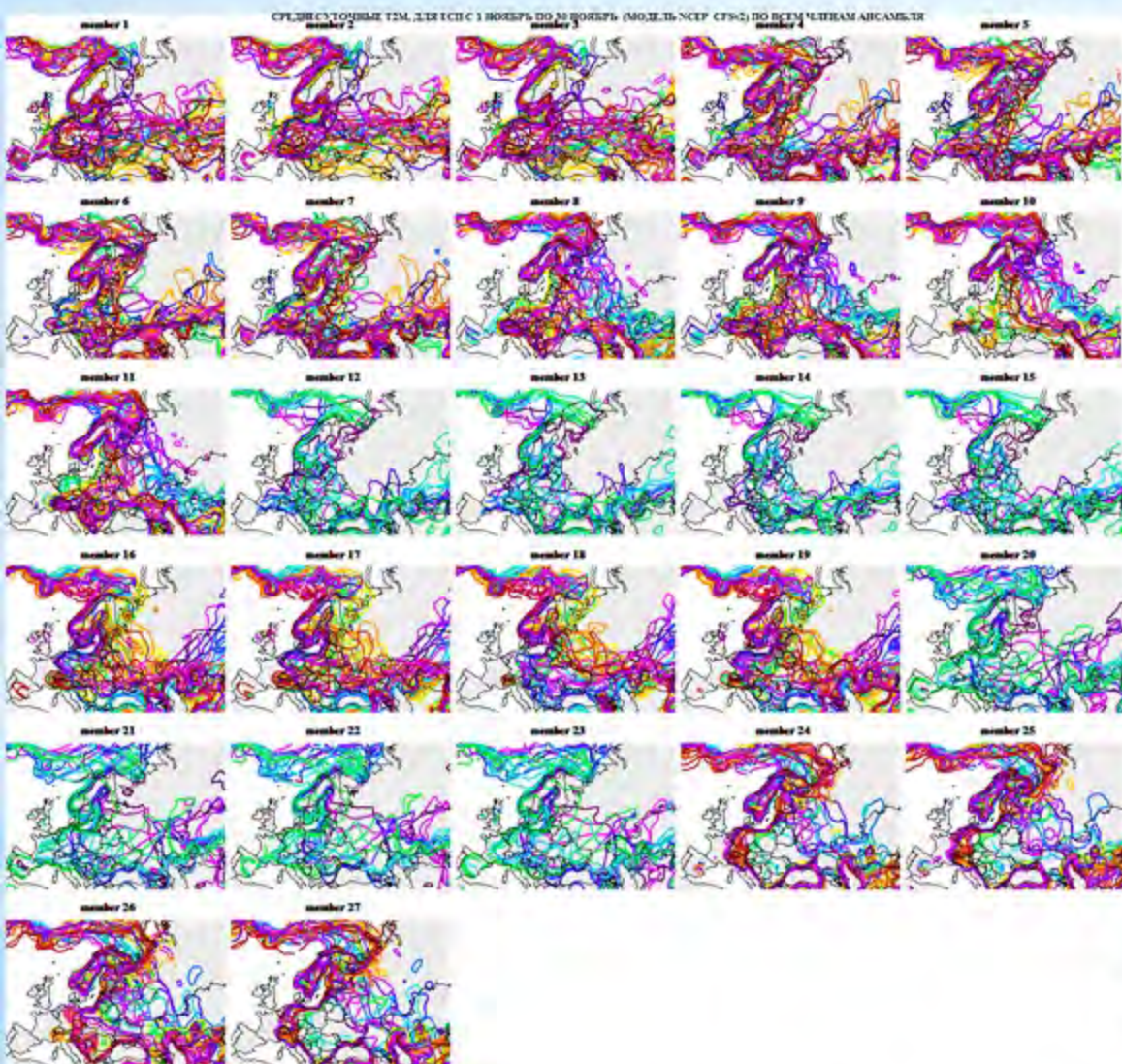


График временного хода параметра, для всех членов ансамбля. Высокий разброс между графиками разных членов ансамбля говорит о высокой степени неопределенности прогноза в конкретный момент времени и наоборот. График вероятностного хода параметра позволяет определить степень уверенности в прогнозе положительной или отрицательной аномалии параметра. Современное состояние уровня гидродинамического моделирования не позволяет разрабатывать ежедневный ансамблевый прогноз на длительные сроки. Анализ графиков может помочь прогнозисту выделить волны тепла и холода внутри прогностического месяца.

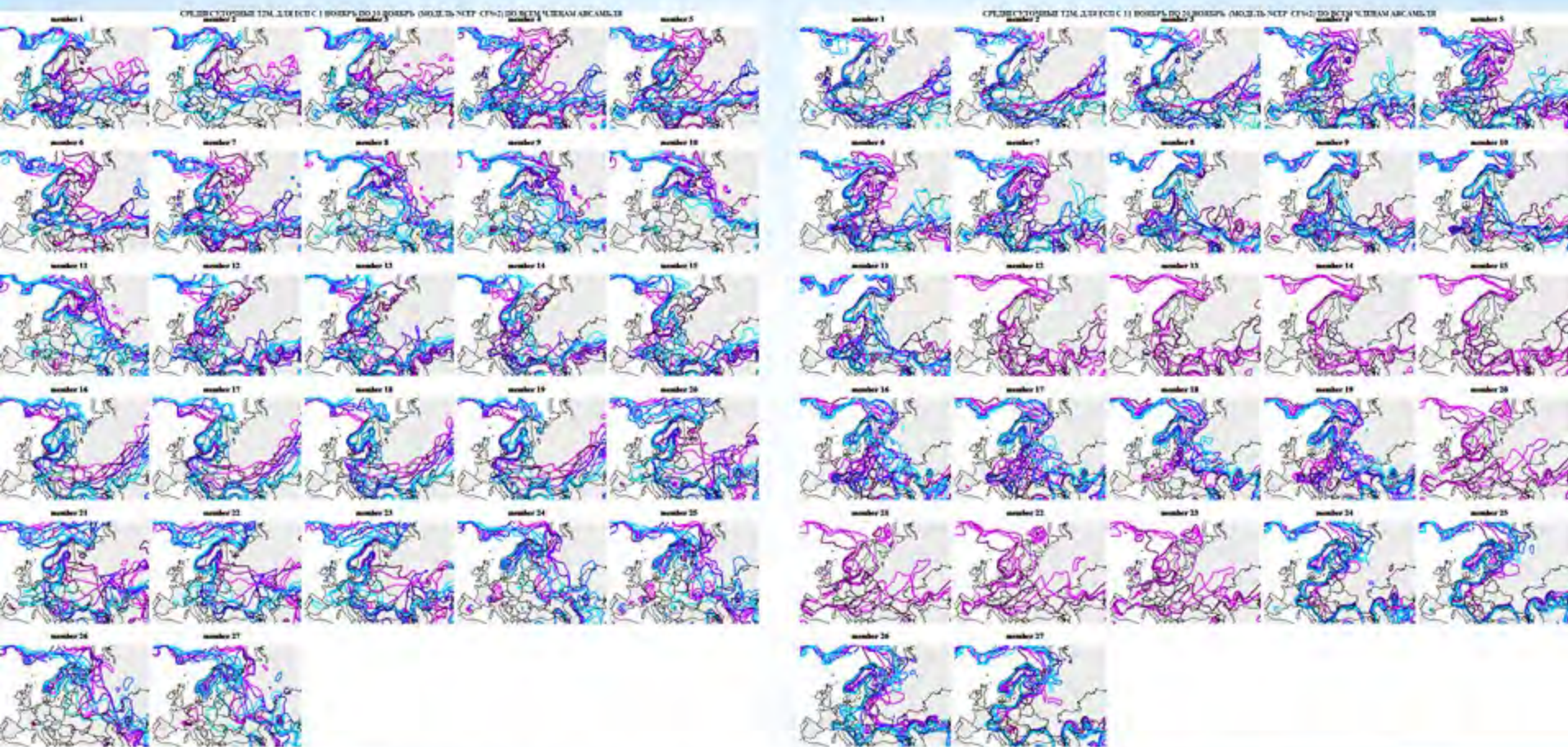
Визуализация прогностической информации



Карты, показывающие несколько выбранных контуров переменных (например, контур нулевой изотермы приземной температуры и контур 550 Дм высоты поверхности 500 гПа) Дают полезную информацию о предсказуемости поля.

Там, где все контуры членов ансамбля расположены близко друг к другу, предсказуемость выше; там, где они выглядят как спагетти предсказуемость ниже.

Анализ прогностической информации



Карты спагетти нулевой изотермы представлены по первой и второй декадам для всех членов ансамбля. Большой разброс изотерм в первой десятидневке указывает на большую изменчивость температуры на 2 метрах для Западной Европы во всех членах ансамбля. Во второй декаде процессы более устойчивые и разброс уменьшается. Часть членов ансамбля более устойчива во втором случае.

Анализ прогностической информации



Карты полей приземного давления осредненные по трем декадам в отдельности и представленные для всех членов ансамбля.

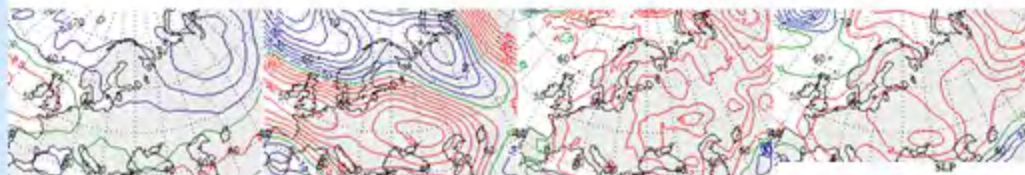
Карты позволяют оценить однородность прогноза полей всех членов ансамбля для каждой из трех декад и получить представление о возможных сценариях развития процессов внутри прогностического месяца.

Оценка качества прогноза

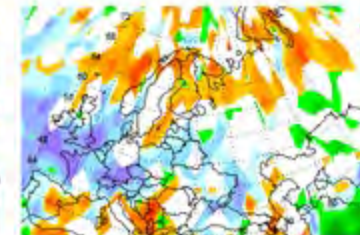
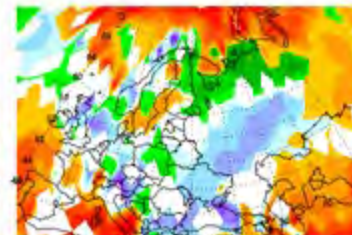
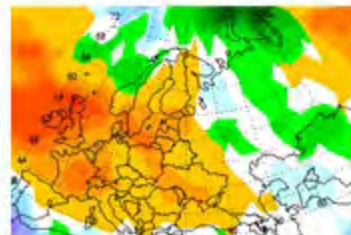
SLP AT500 T2M T850 ОСАДКИ



ПРОГНОЗ АНОМАЛИЙ ДЛЯ ОКТЯБРЯ 2018 (МОДЕЛЬ NCEP CFSv2)
 RO=0.37, CORR=0.836, RMSE=4.797 Q=1.084 RO=0.283, CORR=0.496, RMSE=37.42 Q=0.416 RO=0.182, CORR=0.11, RMSE=2.646 Q=2.049 RO=0.75, CORR=0.22, RMSE=3.082 Q=2.091 RO=, CORR=, RMSE= Q=



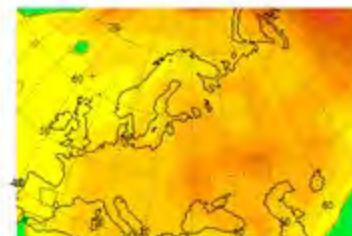
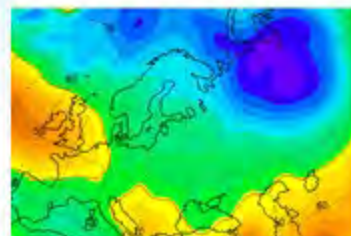
ФАКТИЧЕСКИЕ АНОМАЛИИ ОКТЯБРЯ 2018



0 30 60 70 80 90 100 40 50 60 70 80 90 100 40 50 60 70 80 90 100
 НИЖЕ НОРМЫ ПОВЫШЕ НОРМЫ ВЫШЕ НОРМЫ
 ПРОГНОЗ СРЕДНЕСУТОЧНЫХ АНОМАЛИЙ ОКТЯБРЯ МОДЕЛЬ NCEP CFSv2
 RO=0.37, CORR=0.836, RMSE=4.797, Q=1.084
 ROC_B=0.690, ROC_N=0.690, ROC_A=0.690

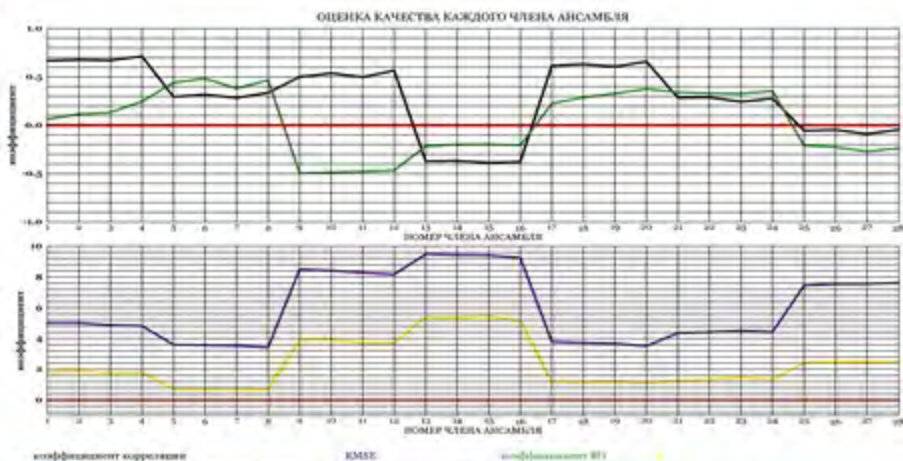
0 30 60 70 80 90 100 40 50 60 70 80 90 100 40 50 60 70 80 90 100
 НИЖЕ НОРМЫ ПОВЫШЕ НОРМЫ ВЫШЕ НОРМЫ
 ПРОГНОЗ СРЕДНЕСУТОЧНЫХ АНОМАЛИЙ ОКТЯБРЯ МОДЕЛЬ NCEP CFSv2
 RO=0.182, CORR=0.11, RMSE=2.646, Q=2.049
 ROC_B=0.486, ROC_N=0.618, ROC_A=0.629

0 30 60 70 80 90 100 40 50 60 70 80 90 100 40 50 60 70 80 90 100
 НИЖЕ НОРМЫ ПОВЫШЕ НОРМЫ ВЫШЕ НОРМЫ
 ПРОГНОЗ СРЕДНЕСУТОЧНЫХ АНОМАЛИЙ ОКТЯБРЯ МОДЕЛЬ NCEP CFSv2
 RO=, CORR=, RMSE=, Q=
 ROC_B=, ROC_N=, ROC_A=

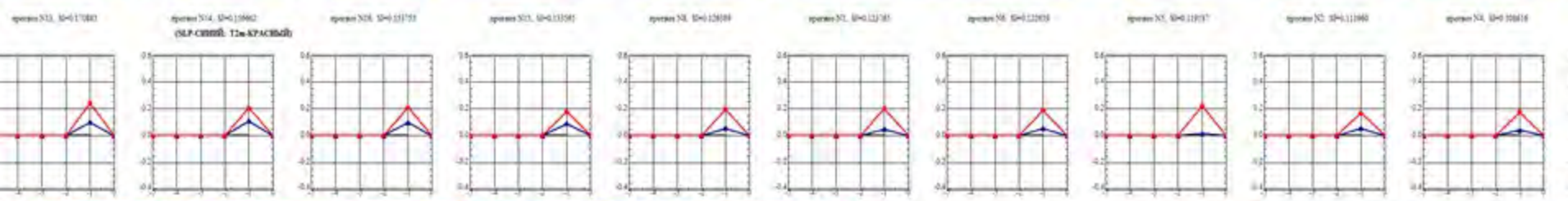
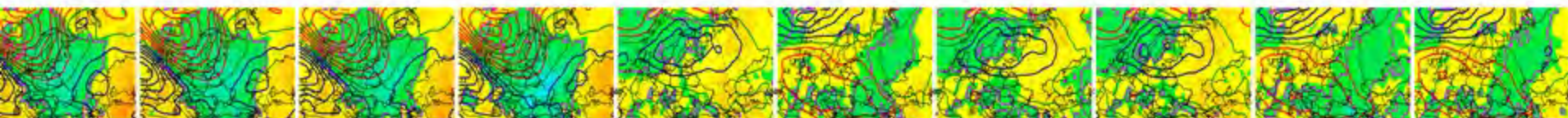
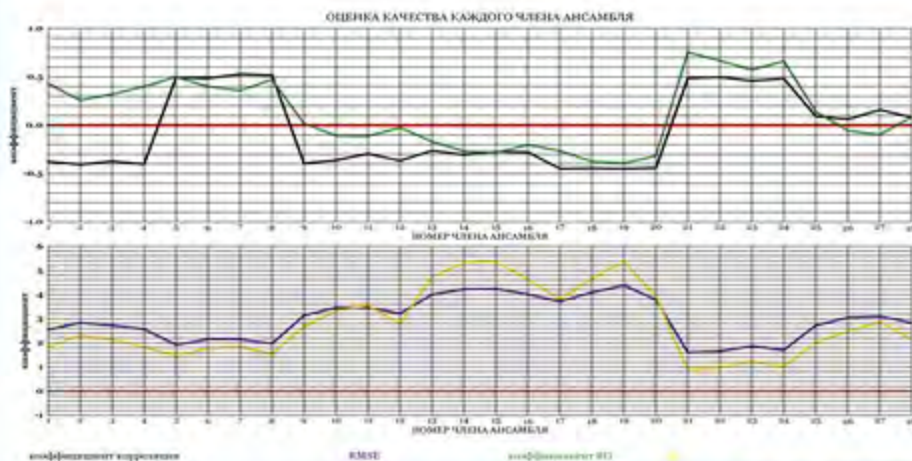


ФАКТИЧЕСКИЕ СРЕДНЕСУТОЧНЫЕ АНОМАЛИИ ОКТЯБРЯ 2018

Коррекция ансамбля



Результаты оценки качества членов прогнозного ансамбля (Октябрь) для текущего года Октябрь, 2018



Может ли синоптик улучшить качество прогноза путем отведения некоторых членов?

Прогнозисты могут предположить, что некоторые члены нереалистичны. Можно ли убрать некоторые члены на основе данных последних наблюдений или выбрать «лучший член»?

ВОЗМОЖНО, в отношении локальных прогнозов по небольшому району. По большому району контрольный прогноз всегда будет наиболее успешным.

Такой подход является субъективным и сложным.

Настоятельно рекомендуется, чтобы прогнозисты использовали полное распределение ансамблей.

Оценка качества прогноза после коррекции

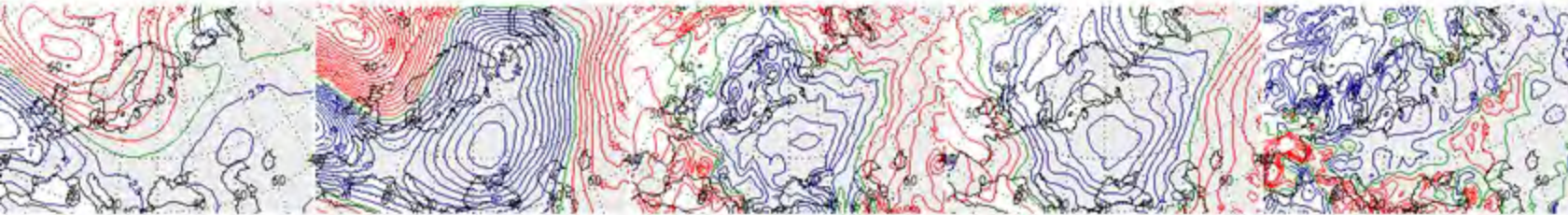
SLP

AT500

T2M

T850

ОСАДКИ



Вариант 1

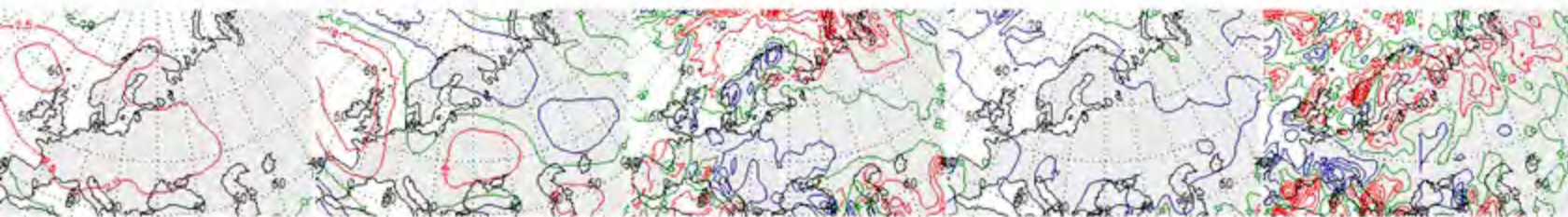
SLP

AT500

T2M

T850

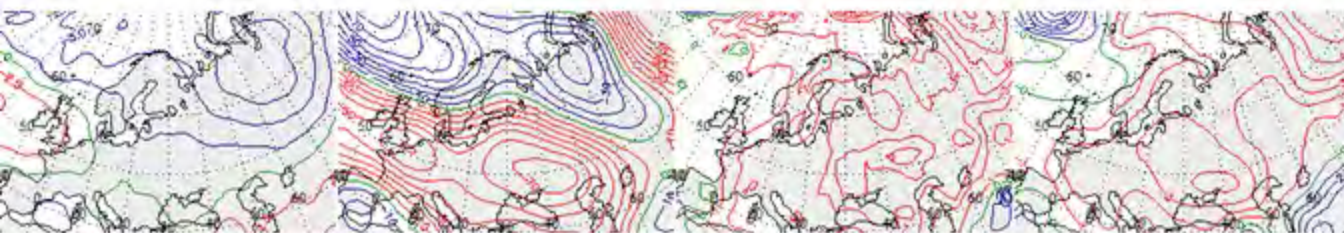
ОСАДКИ



Вариант 2

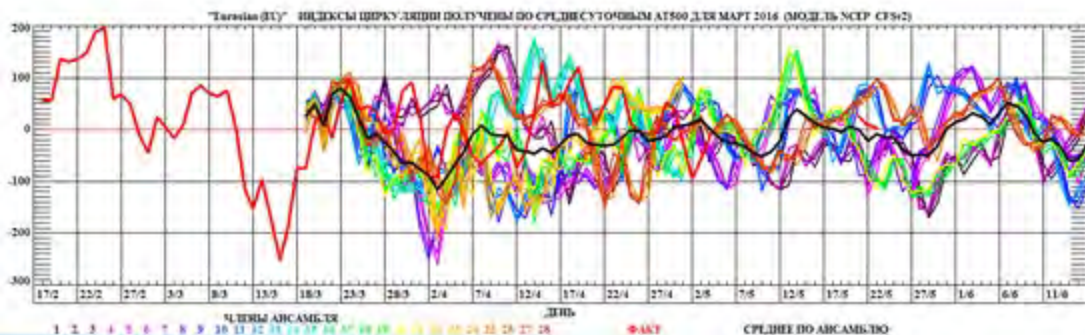
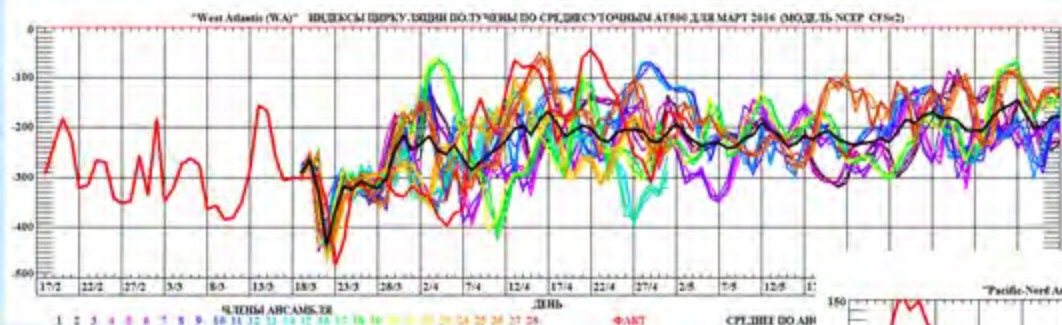
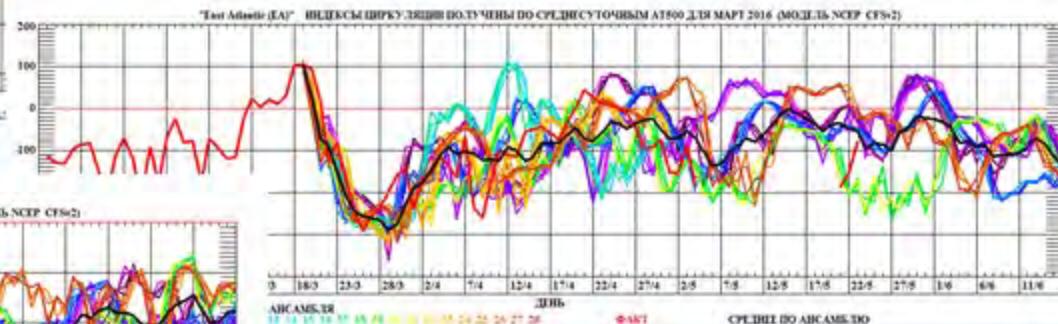
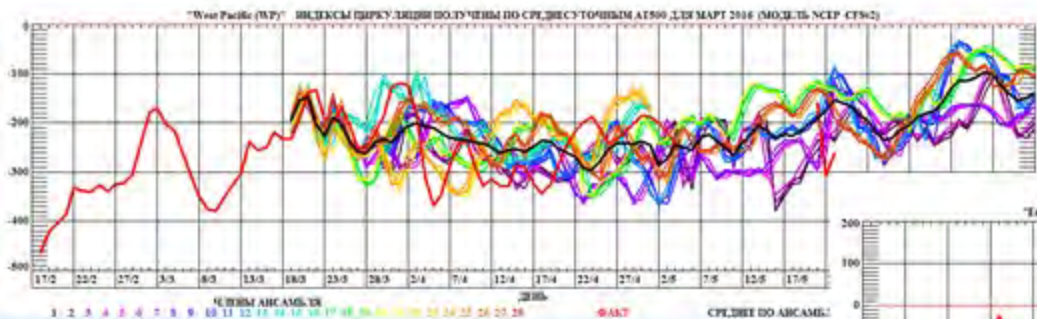
ПРОГНОЗ АНОМАЛИЙ ДЛЯ ОКТЯБРЬ 2018 (МОДЕЛЬ NCEP CFSv2)

RO=0.55, CORR=0.461, RMSE=5.676 Q=1.527 RO=0.535, CORR=0.642, RMSE=33.82 Q=0.529 RO=0.061, CORR=0.16, RMSE=2.788 Q=2.335 RO=0.51, CORR=0.19, RMSE=3.174 Q=2.202 RO= , CORR= , RMSE= Q=



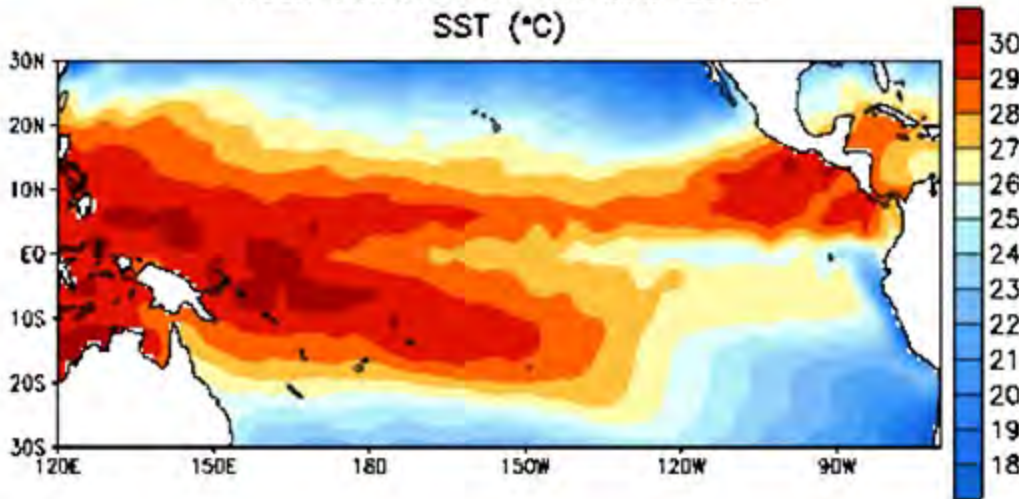
ФАКТИЧЕСКИЕ АНОМАЛИИ ОКТЯБРЬ 2018

Дополнительное уточнение прогноза

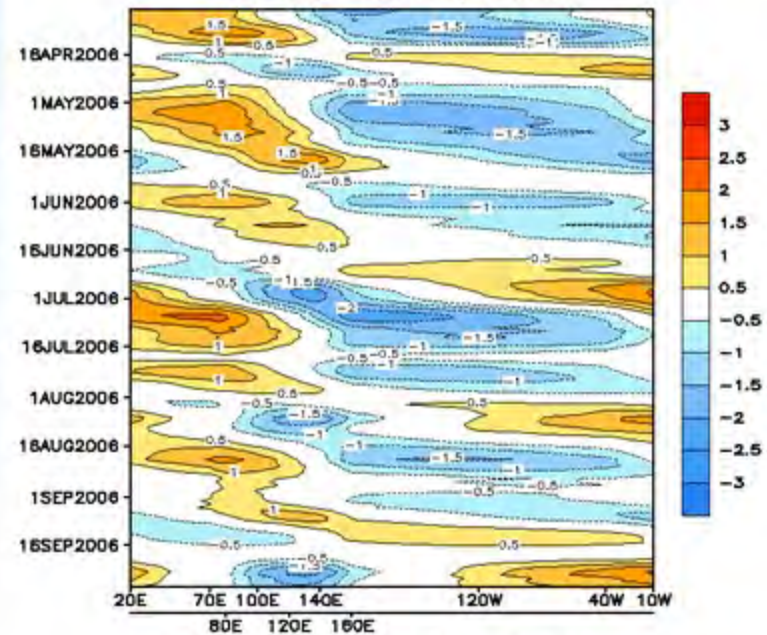


Дополнительное уточнение прогноза

Week centered on 02 MAY 2018
SST (°C)



5 - day Running Mean



Data updated through 01 Oct 2008

Для окончательного принятия решения по прогнозу на следующий месяц необходимо привлечь дополнительную информацию об:

- Индексах циркуляции;
- Фазе Эль-Ниньо;
- Квазидвухлетней цикличности;
- Колебанию Майдена-Джулиана
- И других явлениях, несущих прогностическую информацию для выбранного района прогноза.

Некоторые замечания к выпуску вероятностных прогнозов

- ✓ Там, где это возможно, при выпуске прогнозов рекомендуется использовать полностью вероятностный подход. Это обеспечивает полное представление информации о неопределенности, а также позволяет пользователям выстраивать процесс принятия решений.
- ✓ Важно четко выразить, к чему относится вероятность. Если говорится о вероятности наступления события, то это событие должно быть определено. Событием может быть превышение порогового значения какой-либо величины (к примеру, температура ниже 0° по Цельсию). Важно определить, когда и где это событие прогнозируется.
- ✓ Вероятностные прогнозы могут адаптироваться прогнозистами с использованием их опыта, аналогов и концептуальных моделей. Синоптики могут делать поправки на погрешности или недостатки моделей.
- ✓ Рекомендуется добавлять комментарий или предупреждение в случаях, когда устанавливается вероятность возникновения метеорологических явлений со значительными последствиями.

Если мы прогнозируем что-то с высокой степенью вероятности и это происходит, зачастую возникает соблазн сказать: «Смотрите, мы оказались правы!». Необходимо избегать этого, потому что когда мы прогнозируем с невысокой степенью вероятности и это происходит, нам захочется сказать пользователю «Мы же говорили, что вероятность была, хотя даже и

Спасибо за внимание !