

## Двадцать шестая сессия Северо-Евразийского климатического форума (СЕАКОФ-26)

*14-16 мая 2024 г., г. Москва, Россия*

### Итоговое консенсусное решение

#### **Общая информация**

14-16 мая 2024 г. в он-лайн режиме (по переписке) состоялась 26-я сессия Северо-Евразийского климатического форума (СЕАКОФ-26), организованная Северо-Евразийским климатическим центром (СЕАКЦ).

Основная цель СЕАКОФ-26 - объединить усилия ученых и специалистов в области долгосрочного метеорологического прогнозирования для повышения качества прогнозов климатической системы на предстоящий сезон.

Оргкомитет заблаговременно направил участникам предварительный прогноз по территории Северной Евразии на лето 2024 г. и сопутствующие материалы для практического использования. В ходе сессии форума эксперты уточнили консенсус-прогноз и дополнили его необходимой информацией.

Результат работы СЕАКОФ-26 - консенсус-прогноз в вероятностной форме для приземной температуры воздуха и осадков на летний сезон 2024 г. по территории Северной Евразии.

## **Особенности зимнего сезона 2023-24 гг.**

### **Верхняя тропосфера**

Основной особенностью зимы 2023-2024 г. является ослабление стратосферного полярного вихря в ходе минорного внезапного стратосферного потепления (ВСП) в начале декабря, которое привело к повышению температуры полярной стратосферы и резкому уменьшению объема полярных стратосферных облаков (ПСО), способствующих разрушению озонового слоя.

### **Средняя тропосфера**

Интенсивная антициклональная деятельность над Северным полушарием привела к деформации и ослаблению околополярного циклона и формированию зоны положительных аномалий над полюсом (до +6 дам).

### **Температура воздуха**

Зимний сезон 2023-24 гг. оказался теплым в Европе, южных районах ЕТР, большей части Центральной Азии, за исключение северо-запада Казахстана, где температура была в норме. Очень теплой была зима на севере Урала, Таймыре, Новой Земле и арктических островах. По всему Северному полушарию зимний сезон оказался рекордно теплым в ранге за 174 года, с аномалией выше нормы на 2,65°.

### **Снежный покров**

Прошедшей зимой было снежно в западной и центральной частях ЕТР, а также Поволжье. Максимальные аномалии наблюдались на севере Ульяновской области и севере Мордовии и составили 51-53 см. На азиатской территории России положительные аномалии высоты снежного покрова наблюдались в восточной половине региона (значения на севере Хабаровского края доходили до 52 см) и на юго-западе Сибири.

### **Состояние ледового покрова**

14 марта 2024 г. арктический морской лед достиг своей наибольшей протяженности за год. Дата максимума протяженности ледового покрова в этом году оказалась на два дня позже, чем средняя дата с 1981 по 2010 год (12 марта). В 2024 г. максимальная площадь арктического льда стала 14-й среди низких показателей за всю историю получения спутниковых данных с 1979 г.

### **Температура поверхности океана**

По данным Климатического и прогностического центра CPC NOAA в зимний сезон 2023-24 гг. наблюдалась теплая фаза Эль-Ниньо – Южное колебание.

## **Оценки сезонных прогнозов на лето 2024 г. по данным мировых прогностических центров**

Согласно прогнозам большинства моделей, летний сезон 2024 г. ожидается теплее обычного на большей части территории Северной Евразии. Наиболее значительные положительные аномалии прогнозируются на юге Европейской России, на юге Сибири, юге Центральной Азии и юге ДВР. По российским моделям сигнал об отрицательных аномалиях температуры присутствует на севере ЕТР.

Прогнозы осадков большинства центров содержат сигналы, связанные с преобладанием засушливых условий на большей части Европы, на юге ЕТР. Избыточное увлажнение прогнозируется на юго-востоке Европы, на севере Казахстана и юге Центральной Азии, севере и юге Дальнего Востока.

Большинство центров прогнозируют незначительные отрицательные аномалии ТПО в экваториальных широтах Тихого океана. Согласно прогнозам IRI/CPC, вероятности событий Ла-Нинья, нейтральной фазы и Эль-Ниньо (Nino3.4, пороговые значения:  $-0.5^{\circ}\text{C}$  и  $0.5^{\circ}\text{C}$ ) в предстоящем летнем сезоне составляют 32%, 62% и 6%.

## Основные особенности климатических условий зимнего сезона 2023-24 гг.

В осредненном поле геопотенциала на уровне АТ-10 за зимний период центр околополярного циклона располагался в Российском секторе Арктике, в районе Баренцева моря, южнее своего обычного положения. Высотный антициклон над Тихим океаном был интенсивным на протяжении всего сезона. Под его натиском околополярный циклон был смещен на юг в сторону Евразии. Зимний сезон 2023-2024 гг. в стратосфере Арктики стал очередным четвертым теплым сезоном после рекордно холодного сезона 2019-2020 гг., сопровождавшегося рекордным разрушением озонового слоя за все годы наблюдений.

Основной особенностью зимы 2023-2024 гг. является ослабление стратосферного полярного вихря в ходе минорного внезапного стратосферного потепления (ВСП) в начале декабря, которое привело к повышению температуры полярной стратосферы и резкому уменьшению объема полярных стратосферных облаков (ПСО), способствующих разрушению озонового слоя.

В средней тропосфере на уровне АТ-500 интенсивная антициклональная деятельность над северным полушарием привела к деформации и ослаблению околополярного циклона и формированию зоны положительных аномалий над полюсом (до +6 дам). Один центр циклона располагался над о.Баффинова Земля, что соответствует норме; связанная с ним ложбина над востоком Северной Америки и северо-западом Атлантики была ослабленной в своей северной части, на протяжении всего сезона аномалии в этом регионе были положительными. Циклоническая деятельность была смещена на юг – в центральные районы умеренных широт Атлантического океана. Второй центр сформировался в сибирской ложбине циклона – над востоком Якутии, Магаданской области и севером Хабаровского края (аномалии -4 дам). Под влиянием этого центра находились Аляска, Берингово море, Чукотка, северо-восток Якутии и ДВР. В декабре и январе на Западную Европу и Средиземноморье преобладало влияние гребней антициклонов с северо-запада Африки и востока Атлантики.

Анализ рассчитанных в Гидрометцентре России индексов атмосферной показал, что значения восточно-атлантического колебания (ЕА) в декабре и феврале были отрицательными. Это указывает на усиление зональной циркуляции в восточной части Северной Атлантики и повышенный фон температуры над большей частью Европы, особенно в феврале, когда аномалии достигали +7°C на востоке Европы. Североатлантическое колебание (NAO) в виду неустойчивости атмосферных процессов имело незначимые для анализа значения, только в январе можно выделить отрицательные значения индекса, когда гребень высотного антициклона находился над Западной Европой. Положительная фаза Арктического колебания (АО) подтверждает усиление зональной циркуляции в Северной Атлантике и положительные аномалии температуры над большей частью Европы. Индекс сибирского максимума (SHI) рассчитывается в экспериментальном порядке для области 40-60°с.ш. и 80-120°в.д. Значения индекса были положительными, с наибольшим значением 0,65 в феврале, когда сибирский антициклон был интенсивным и обширным, оказывая влияние на всю территорию Сибири, Центральную Азию и юго-восток ЕТР.

По данным Климатического и прогностического центра CPC NOAA, в зимний сезон 2023-24 гг. наблюдалась теплая фаза Эль-Ниньо – Южное колебание.

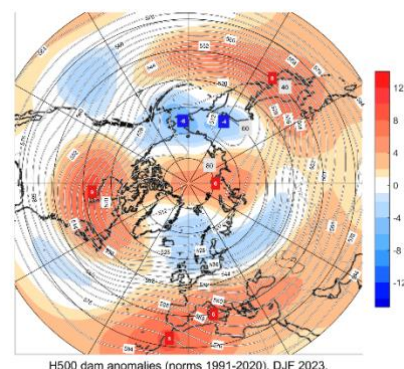


Рис.1. Карта осредненных за зимний сезон аномалий и значений геопотенциала на поверхности АТ-500. Аномалии рассчитаны относительно периода 1991-2020 гг. по данным реанализа ERA-5.

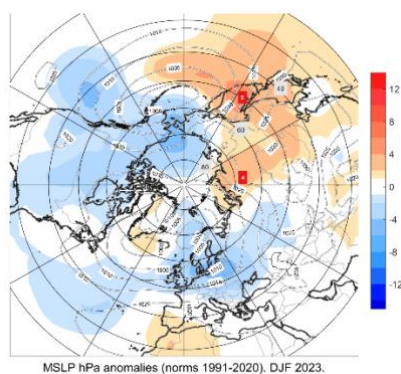


Рис.2. Карта осредненных за зимний сезон аномалий и значений приземного давления. Аномалии рассчитаны относительно периода 1991-2020 гг. по данным реанализа ERA-5.

У поверхности земли в зимнем сезоне в атлантической паре ЦДА положение и интенсивность исландского минимума были близкими к нормальному. Азорский антициклон был смещен на восток от своего обычного положения, на северо-запад Африки и Пиренейский п-в. Большую часть сезона на северную, восточную части Европы, ЕТР и север Урала оказывали влияние ложбины исландского минимума. Наиболее интенсивными полярные антициклоны были в декабре, их взаимодействие с гребнями сибирского антициклона усиливало последний.

В начале января сибирский антициклон был сильно ослаблен, во второй половине месяца он стал усиливаться и к началу февраля был хорошо развит над Сибирью и ДВР. В феврале центр антициклона располагался над севером Монголии, югом Сибири и востоком Казахстана. Интенсивность его была выше обычной, область положительных аномалий (+5...+7 гПа) находилась над Восточной Сибирью, Монголией и южной половиной ДВР. На среднемесечной карте центр сибирского антициклона был над Монголией (+5 гПа над востоком Монголии), интенсивными стали его северные (+4 гПа над севером Красноярского края) и восточные (+5 гПа над Сахалином) гребни. В Тихом океане несколько ослабленным под влиянием повышенной антициклональной деятельности на северо-западе океана оказалась южная часть алеутского минимума (зона положительных аномалий юго-западнее Алеутских островов +2...+4 гПа). Его центр располагался над Алеутскими островами, циклоническая деятельность была несколько смещена на восток – на Аляску, запад Канады и тихоокеанское побережье США. Ослабленным оказался субтропический (гавайский) антициклон; основная антициклональная деятельность была смещена на запад океана.

## Распределение атмосферных осадков и температуры воздуха в Северной Евразии в зимний сезон 2023/24 гг. по данным реанализа ERA-5

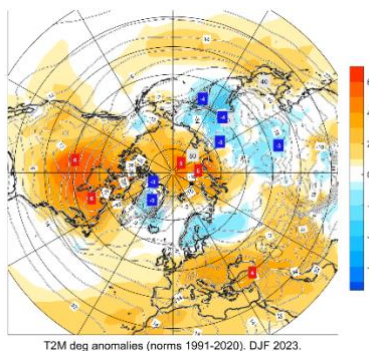


Рис.3. Карта осредненных за зимний сезон аномалий приземной температуры воздуха. Аномалии рассчитаны относительно периода 1991-2020 гг. по данным реанализа ERA-5.

Теплым зимний сезон 2023-24 гг. оказался в Европе, южных районах ЕТР, большей части Центральной Азии, за исключение северо-запада Казахстана, где температура была в норме. Очень теплой зима оказалась на севере Урала, Таймыре, Новой Земле и арктических островах. Температурный фон ниже нормы наблюдался в Скандинавии, на северо-западе, в центре и местами на востоке ЕТР. В первой половине декабря волны холода наблюдались на севере и в центре ЕТР и в Поволжье.

В северо-западных и центральных областях ЕТР в первой половине января наблюдались волны холода, с аномалиями в отдельные дни на северо-западе до 28°С ниже климатической нормы. В Санкт-Петербурге 4 января обновился абсолютный минимум температуры на эту дату, новое значение составило -25,3°С. Холоднее нормы зимой 2023-24 гг. было на юге Восточной Сибири, исключая Забайкалье, в Якутии, исключая крайний северо-запад региона,

на большей части ДВ, исключая восток Чукотки, Амурскую область, Приморье и юг Хабаровского края.

В целом по всему Северному полушарию зимний сезон оказался рекордно теплым в ранге (за 174 года), с аномалией выше нормы на 2,65°С.

На Пиренейском п-ве и во Франции осадков выпало в норме. Дефицит осадков наблюдался в Италии, на Балканском п-ве и юге Восточной Европы. Избыточное увлажнение отмечалось на Британских островах, в Центральной Европе и на севере Восточной Европы, а также на западе Скандинавии.

На севере ЕТР и крайних северных районах Урала, местами на северо-западе Сибири и некоторых районах Таймыра осадков выпало меньше нормы. Избыток осадков наблюдался в центре и южной половине ЕТР, Казахстане, исключая юго-запад, юге Западной Сибири, Монголии, местами на юге Восточной Сибири, северо-востоке Якутии и западе Чукотки.

Мало осадков выпало в южных районах Восточной Сибири на границе с Монголией, на Сахалине и Камчатке, местами на юге Хабаровского края, прибрежных районах Магаданской области.

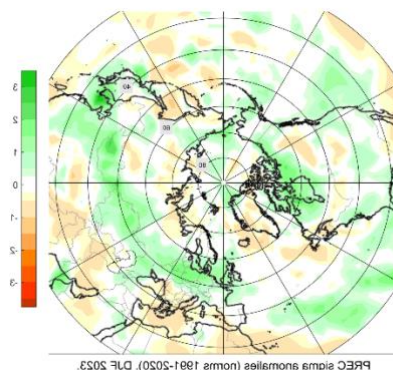


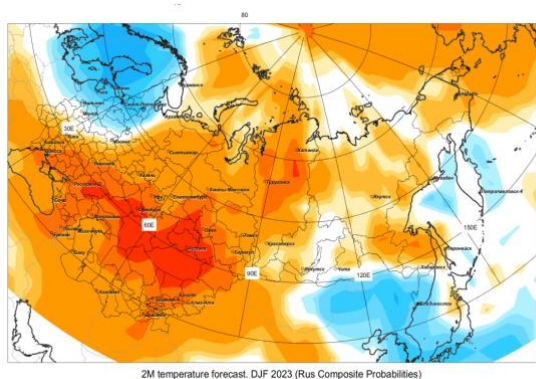
Рис.4 . Карта осредненных за зимний сезон аномалий осадков. Аномалии рассчитаны относительно периода 1991-2020 гг. по данным реанализа ERA-5.

## Успешность консенсусных прогнозов температуры воздуха и осадков в зимний сезон 2023-24 гг.

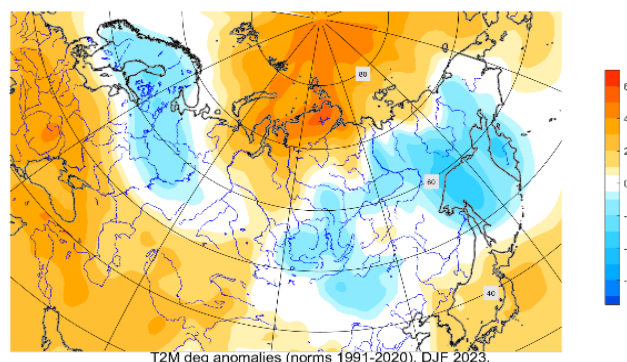
По консенсусному прогнозу для приземной температуры воздуха на большей части территории Северной Евразии ожидался теплее нормы (рис. 5а). Положительные аномалии прогнозировались на всей территории Кавказа, Центральной Азии, южной половине ЕТР, Южном Урале, юге Западной Сибири с вероятностью более 60%, на севере и в центре Казахстана, Волгоградской, Самарской, Оренбургской областях, на юге Омской и юге Тюменской областях с вероятностью 75-80%. Согласно фактическим данным, прогноз вероятности положительных аномалий оправдался в южной половине ЕТР, юге Беларуси, Молдавии и Украине.

В декабре и январе в северных и центральных районах ЕТР наблюдались волны холода, что отразилось в среднесезонных отрицательных аномалиях температуры воздуха в этих регионах. Отрицательные аномалии были успешно спрогнозированы на северо-западе ЕТР, однако в прогнозе не отражено распространение холода на центральные области ЕТР. Успешным консенсусный прогноз был в Центральной Азии, северной половине Западной Сибири, большей части Красноярского края и северо-западе Якутии, где аномалии были положительными.

По прогнозу область аномалий температуры выше нормы с вероятностью 30-60% ожидалась в Амурской области, исключая западные районы, в Хабаровском крае, кроме юга. По фактическим данным за зимний сезон в этих районах аномалии температуры были отрицательными или близкими к норме. Холодной прошедшая зима была в центре и на востоке Якутии, что не отражено в консенсусом прогнозе. Хорошо оправдался прогноз на востоке Чукотки. Не оправдался прогноз в Приморском Крае, где с вероятностью 30-45% зимний сезон ожидался холоднее нормы

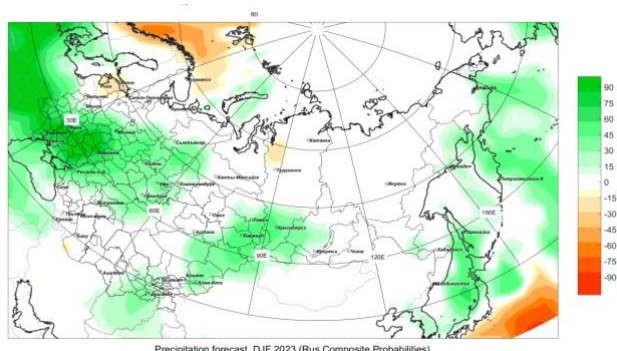


а)

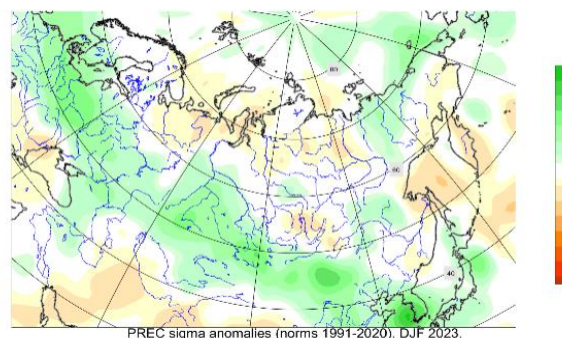


б)

Рис. 5. а) консенсусный прогноз среднесезонной аномалии температуры воздуха на зиму 2023-24 гг. в вероятностной форме, рассчитанный на основе интерпретации данных 3 российских моделей (ПЛАВ, ГГО, ИВМ); б) распределение нормированных аномалий приземной температуры по данным реанализа ERA5 за зимний сезон 2023-24 гг.



а)



б)

Рис. 6. а) консенсусный прогноз среднесезонной аномалии осадков на зиму 2023-24 гг. в вероятностной форме, рассчитанный на основе интерпретации данных 3 российских моделей (ПЛАВ, ГГО, ИВМ); б) распределение нормированных аномалий приземной температуры по данным реанализа ERA5 за зимний сезон 2023-24 гг.

Консенсусный прогноз избытка осадков (с вероятностью 45-75%) на зиму 2023-24 гг. оказался успешным на большей части ЕТР, исключая северные области, на северо-западе и востоке Казахстана и Южном Урале. На Азиатской территории в прогнозе осадков в основном преобладала неопределённость. Прогноз по превышению нормы осадков на юге Сибирского ФО оправдался хорошо. Неуспешным оказался прогноз для Сахалина и Камчатского п-ва, где осадков выпало в норме и меньше нее (рис. 6).

**Таблица 1. Оценки прогнозов на зимний сезон 2023-24 гг. (Российские модели)**

	СНГ	1 е.с.р.*	2 е.с.р.*	Центр. Азия и Казахстан
<b>Оправдываемость прогноза (%)</b>				
Температура, 2м	66	79	50	88
Осадки	76	78	75	70
<b>Коэффициент корреляции аномалий (АСС)</b>				
Температура, 2м	0.34	0.59	-0.03	0.64
Осадки	0.25	0.44	0.09	0.58

*\*1 е.с.р., 2 е.с.р. – первый и второй естественные синоптические районы*

Успешность комплексированного по результатам российских моделей (ПЛАН, ГГО, ИВМ) прогноза на зимний сезон 2023-24 гг. по всей территории Северной Евразии составила 66% для приземной температуры воздуха и 76% - для осадков (табл. 1). Наиболее высокие показатели оценки оправдываемости прогнозов аномалий температуры воздуха - 88% - отмечены в Центральной Азии, осадков - 78% в 1 е.с.р. и 75% во 2 е.с.р. Коэффициент корреляции между прогностическими и фактическими аномалиями приземной температуры в Северной Евразии был невысоким и составил 0,34 для температуры воздуха и 0,25 для осадков. Наибольшим коэффициент корреляции для аномалий температуры воздуха оказался, как и для показателя оправдываемости, в Центральной Азии (0,64). Для аномалий осадков коэффициент корреляции был незначительным во 2 е.с.р., наиболее высокий показатель наблюдался в Центральной Азии (0,58).

## **Оценки термического состояния океана и крупномасштабной циркуляции атмосферы на летний сезон 2024 г. по данным мировых прогностических центров**

Большинство центров прогнозируют незначительные отрицательные аномалии ТПО в экваториальных широтах Тихого океана. Согласно прогнозам IRI/CPC, вероятности событий Ла-Нинья, нейтральной фазы и Эль-Ниньо (Nino3.4, пороговые значения:  $-0.5^{\circ}\text{C}$  и  $0.5^{\circ}\text{C}$ ) в предстоящем летнем сезоне составляют 32%, 62% и 6%.

Значительные положительные аномалии ТПО прогнозируются в средних широтах северной части Тихого океана. При этом возможны существенные изменения положения и интенсивности Субтропического антициклона и Алеутского минимума и, следовательно, появление отклонений от климата по температуре и осадкам на территории Дальнего Востока. В Северной Атлантике на большей части акватории ожидаются положительные аномалии ТПО, наиболее значительные - в тропиках.

По прогнозам Гидрометцентра России, в предстоящем летнем сезоне ожидается преобладание отрицательных значений индекса Евразийского колебания (EU) колебания. Отрицательная фаза EU колебания ассоциируется с ложбиной в поле H500 (отрицательными аномалиями давления) над большей частью территории Сибири и над севером Казахстана. Отрицательные значения индекса Полярного колебания POL указывают на ослабление циркулярного вихря и преобладание меридиональных форм атмосферной циркуляции над территорией Северной Азии.

Летний сезон 2024 г. ожидается теплее обычного на большей части территории Северной Евразии согласно прогнозам большинства моделей. Наиболее значительные положительные аномалии прогнозируются на юге Европейской России, на юге Сибири, юге Центральной Азии и юге Дальнего Востока России. По российским моделям сигнал об отрицательных аномалиях температуры присутствует на севере ЕТР. Прогнозы осадков большинства центров содержат сигналы, связанные с преобладанием засушливых условий на большей части Европы и на юге ЕТР. Избыточное увлажнение прогнозируется на юго-востоке Европы, на севере Казахстана и юге Центральной Азии, севере и юге Дальнего Востока России.

## Консенсусный прогноз аномалий приземной температуры воздуха и осадков на летний сезон 2024 г.

По общему решению участников СЕАКОФ-26, прогноз температурного режима был составлен на основе данных трех российских моделей ПЛАВ, ГГО и ИВМ с равными весовыми коэффициентами.

По заключению участников, летний сезон 2024 г. на большей части территории Северной Евразии ожидается теплее нормы (рис. 7). Очаги с положительными аномалиями с высокой вероятностью (75-90%) прогнозируются в Южной Европе, на юге ЕТР, исключая восточные районы, на юге и востоке Центральной Азии и юго-западе Сибирского федерального округа. Температурный фон выше нормы с вероятностью 30-60% ожидается в Восточной Европе, западных и центральных районах ЕТР, на Южном Урале, в северной и юго-восточной половинах Центральной Азии, на юге Сибири, севере Красноярского края и в северных районах Якутии, на большей части ДВР, за исключением востока Чукотки, Хабаровского края и восточных районов Якутии, где присутствует неопределенность. На севере ЕТР с вероятностью 30% летний сезон 2024 г. местами ожидается холоднее нормы

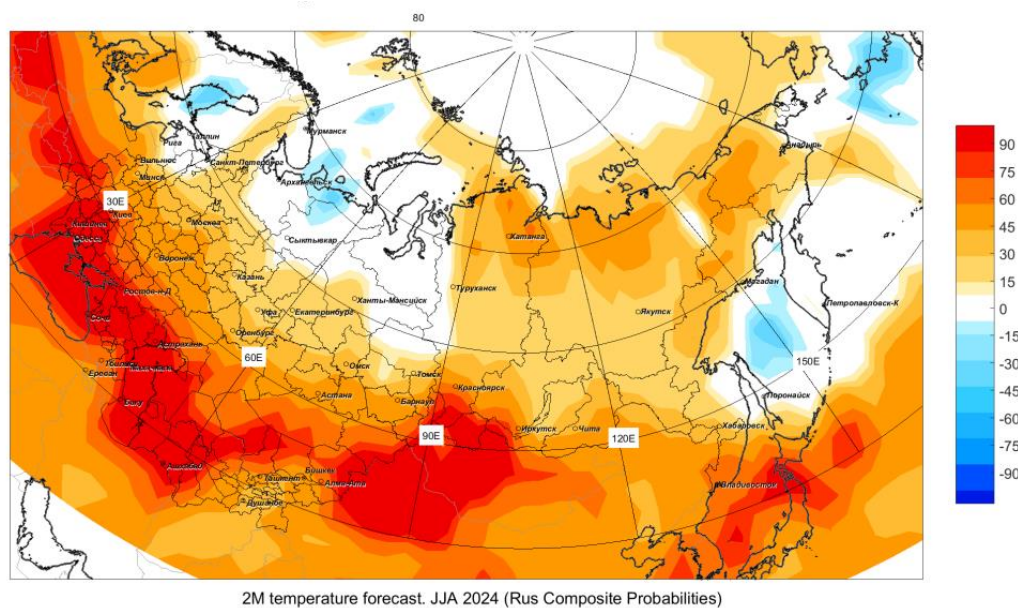


Рис. 7. Карта консенсусного прогноза среднесезонной аномалии температуры воздуха на лето 2024 г. в вероятностной форме, рассчитанного на основе интерпретации данных 3 российских моделей (ПЛАВ, ГГО, ИВМ). Положительные аномалии обозначены красным, а отрицательные – синим цветом, насыщенность цвета соответствует вероятности аномалии.

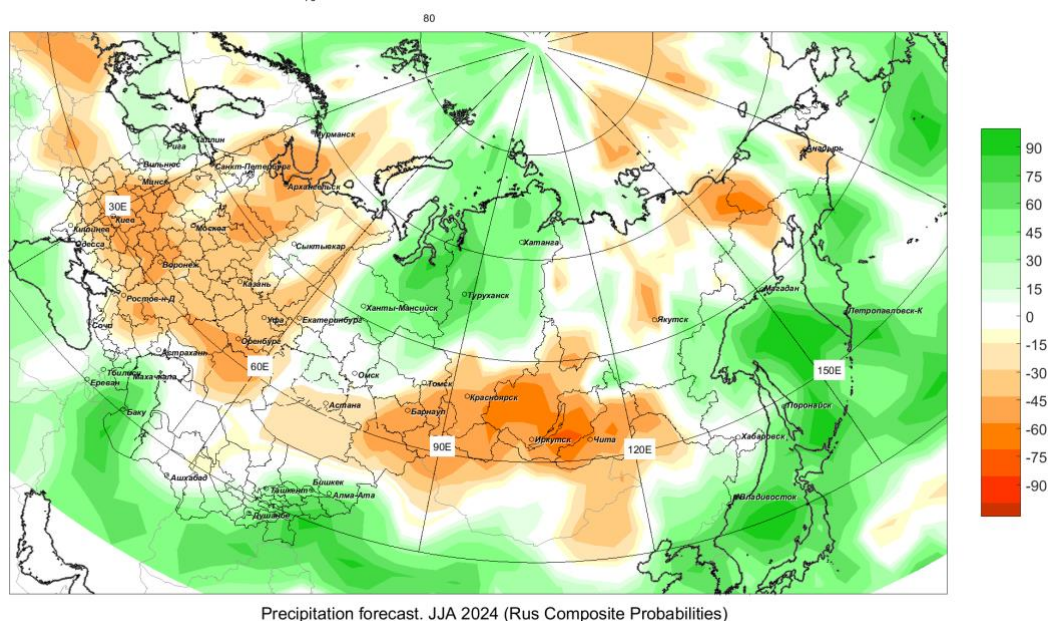


Рис. 8. Карта консенсусного прогноза среднесезонной аномалии осадков на лето 2024 г. в вероятностной форме, рассчитанного на основе интерпретации данных 3 российских моделей (ПЛАВ, ГГО, ИВМ). Положительные аномалии обозначены зеленым, а отрицательные – красным цветом, насыщенность цвета соответствует вероятности аномалии.



Дефицит осадков с вероятностью 45-75% возможен на большей части Восточной Европы, большей части ЕТР, Южном Урале, юге Сибирского федерального округа, северо-западе и востоке Казахстана (рис. 8). На Азиатской территории избыток осадков возможен на севере и в центре Сибири с вероятностью 45-75%. Осадки меньше нормы прогнозируются местами в центре и на северо-востоке Якутии, на западе и юго-востоке Чукотки и севере Магаданской области. Превышение нормы по осадкам ожидается на юго-востоке Якутии, в центре и на севере Хабаровского края, в Приморье и на юге Магаданской области (вероятность 30-45%).

*Консенсусный прогноз носит консультативный характер и может применяться к конкретным регионам с учетом предсказуемости атмосферных процессов, региональных климатических особенностей и качества современных гидродинамических моделей.*

Исходной информацией при составлении консенсусного обзора служили прогнозы:

- Северо-Евразийского климатического центра (СЕАКЦ), основанные на моделях Гидрометцентра России, ГГО им. А.И. Воейкова и в экспериментальном режиме с использованием прогнозов по модели INM-CM05.
- Климатического центра стран Азиатско-Тихоокеанского экономического союза (The APEC Climate Center - APCC) (Корея).
- Международного научно-исследовательского института по проблемам климата и общества (The International Research Institute for Climate and Society (The IRI's) (США).
- Ведущего центра ВМО по мультимодельным долгосрочным прогнозам – LC MMELRF (WMO Lead Centre for MME LRF).
- Европейского центра среднесрочных прогнозов (ECMWF).
- Токийского климатического центра (Tokyo Climate Centre - TCC).
- Климатического центра прогнозов США (Climate Prediction Centre, CPC).
- Метеослужбы Канады (ECCC/MSM модель CanSIPSv2).
- Французской службы погоды (Météo-France, Франция).
- Метеобюро Австралии (The Bureau of Meteorology, Австралия).

## Приложение 1

Оправдываемость прогноза Р

$$P(\%) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 s_{ij} \cdot n_{ij}$$

S=	Ниже нормы (прогноз)	Норма (прогноз)	Выше нормы (прогноз)
Ниже нормы (факт)	100	50	0
Норма (факт)	25	100	25
Выше нормы (факт)	0	50	100

N – общее число случаев

n – число случаев (узлов сетки), в которых прогноз и факт оказались в одинаковых или разных градациях