

DOI: <https://doi.org/10.37162/2618-9631-2021-4-163-176>

УДК 551.5

**Обзор текущих и ожидаемых  
сезонных климатических аномалий на зиму 2021/2022 гг.  
с оценками возможных последствий в сферах экономики  
по заключению метеослужб стран СНГ**

***V.M. Khan<sup>1,2</sup>, R.M. Vil'fand<sup>1</sup>, S.V. Emelina<sup>1,2</sup>, E.S. Kaverina<sup>1</sup>,  
I.A. Kulikova<sup>1</sup>, K.A. Sumerova<sup>1</sup>, V.A. Tishchenko<sup>1</sup>, M.A. Tolstykh<sup>1,3</sup>***

<sup>1</sup>*Гидрометеорологический научно-исследовательский центр  
Российской Федерации, г. Москва, Россия;*

<sup>2</sup>*Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова  
Российской академии наук, г. Москва, Россия;*

<sup>3</sup>*Институт вычислительной математики им. Г. И. Марчука, г. Москва, Россия  
khan@mecom.ru*

По результатам анализа метеослужб стран СНГ представлены оценки успешности консенсусного прогноза по территории Северной Евразии на лето 2021 года; обсуждаются результаты мониторинга циркуляционных условий в стратосфере и тропосфере за прошедший летний сезон; приводятся данные климатического мониторинга и сезонного прогнозирования по текущей ситуации; представлен консенсусный прогноз в вероятностной форме для температуры воздуха и осадков на предстоящий зимний сезон 2021/2022 гг. по территории Северной Евразии и обсуждаются возможные последствия воздействий ожидаемых аномалий метеорологических параметров на сферы экономики и социальной жизни.

*Ключевые слова:* Северо-Евразийский климатический форум, Северо-Евразийский климатический центр, консенсусный прогноз, температура воздуха, осадки, крупномасштабная атмосферная циркуляция, гидродинамические модели, температура поверхности океана, воздействия

**Overview of current and expected  
seasonal climatic anomalies for the winter 2021/2022  
with their possible impact on the economy,  
as estimated by the meteorological services  
of the CIS countries**

***V.M. Khan<sup>1,2</sup>, R.M. Vil'fand<sup>1</sup>, S.V. Emelina<sup>1,2</sup>, E.S. Kaverina<sup>1</sup>,  
I.A. Kulikova<sup>1</sup>, K.A. Sumerova<sup>1</sup>, V.A. Tishchenko<sup>1</sup>, M.A. Tolstykh<sup>1,3</sup>***

<sup>1</sup>*Hydrometeorological Research Center of Russian Federation, Moscow, Russia;*

<sup>2</sup>*A.M. Obukhov Institute of Atmospheric Physics  
Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia;*

<sup>3</sup>*Marchuk Institute of Numerical Mathematics Russian Academy of Sciences,  
Moscow, Russia  
khan@mecom.ru*

Based on assessments of the meteorological services of the CIS countries, the skill scores of the consensus forecast for the territory of Northern Eurasia for the summer of 2021 are presented. The results of monitoring circulation patterns in the stratosphere and troposphere over the past summer season are discussed. Climate monitoring and seasonal forecasting results for the current situation are presented. A probabilistic consensus forecast for air temperature and precipitation is presented for the upcoming winter season 2021/2022 in Northern Eurasia. Possible consequences of the impact of the expected anomalies of meteorological parameters on the economy sectors and social life are discussed.

*Keywords:* North Eurasian Climate Forum, North Eurasian Climate Center, consensus forecast, air temperature, precipitation, large-scale atmospheric circulation, hydrodynamic models, sea surface temperature, impacts

## Введение

Северо-Евразийский климатический центр [1, 4, 8] провел 21-ю сессию Северо-Евразийского климатического форума (СЕАКОФ-21) в форме параллельной секции в рамках международной молодежной школы и конференции по вычислительно-информационным технологиям для наук об окружающей среде CITES-2021 в период с 22 по 26 ноября 2021 г., посвященных памяти члена-корреспондента РАН Василия Николаевича Лыковского. Конференция, школа и СЕАКОФ-21 прошли в смешанном формате, очно и в онлайн режиме. В СЕАКОФ-21 приняли участие эксперты из метеослужб и исследовательских центров стран СНГ и дальнего зарубежья, а также ученые, преподаватели, аспиранты и студенты высших учебных заведений со специализацией в области метеорологии и климатологии и другие заинтересованные лица. Всего на форуме были зарегистрированы 70 участников.

В ходе работы был представлен обзор научно-оперативной деятельности СЕАКЦ в 2021 г.; анализ успешности консенсусного прогноза на лето 2021 г.; обсуждались результаты мониторинга циркуляционных условий в стратосфере и тропосфере за летний сезон 2021 г.; приводились данные климатического мониторинга и сезонного прогнозирования по результатам оценок метеослужб стран СНГ; обсуждались возможные последствия воздействий ожидаемых аномалий метеопараметров на сферы экономики и социальной жизни. В ходе СЕАКОФ-21 при участии экспертов метеослужб стран СНГ составлен консенсусный прогноз в вероятностной форме для температуры воздуха и осадков на предстоящий зимний сезон 2021/2022 гг. по территории Северной Евразии.

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

В рамках развития методов составления консенсусных прогнозов на сессиях СЕАКОФ [6, 9] впервые экспериментальные прогнозы по модели

INM-CM05 использовались при оценках состояния климатических условий на предстоящий сезон. Комплексование прогностической информации осуществлялось по шести моделям, а именно с участием:

- Атмосферная модель ПЛАВ [7]
- Атмосферная модель ГГО [5]
- Климатическая модель INM-CM05 [2]
- Совместная модель океана и атмосферы Токийского климатического центра (Токуо Climate Centre, ТСС)
- Совместная модель океана и атмосферы CFS2 Климатического центра прогнозов США (Climate Prediction Centre, CPC)
- Совместная модель океана и атмосферы Метеослужбы Канады (ECCC/MSM, модель CanSIPSv2)

Весы моделей при комплексовании в каждой точке сетки определялись исходя из успешности ретроспективных прогнозов.

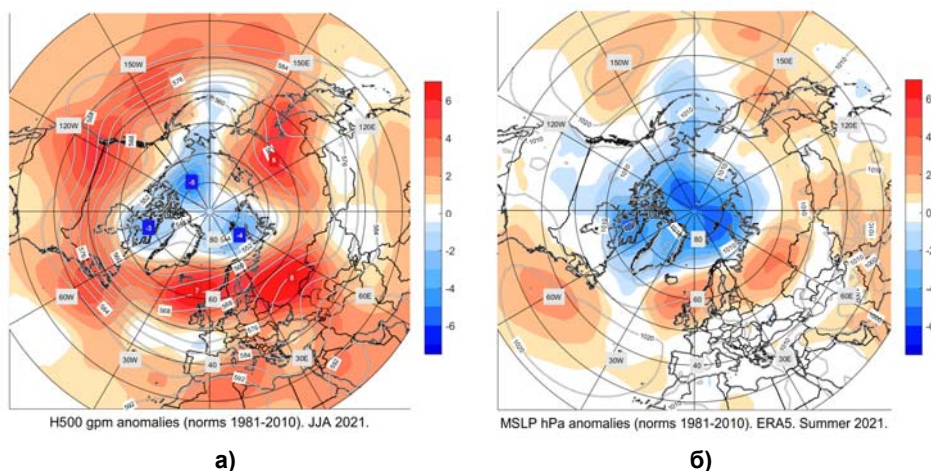
### Результаты мониторинга атмосферной циркуляции летнего сезона 2021года

По данным мониторинга климатической системы, в стратосфере (на уровне АТ10) в осредненном поле за летний период сохранялся летний режим циркуляции, во второй половине июля полярный антициклон стал ослабевать. Над полюсом интенсивность антициклона была в норме, положительные аномалии до +4 дам сформировались в канадском секторе Арктики, а на большей части Северной Евразии аномалии геопотенциала были отрицательными, наиболее значительными на побережье Охотского моря. Перестройка на зимний режим циркуляции произошла в начале сентября, зональный ветер на уровне АТ10 поменял направление на западное (с запада на восток).

В средней тропосфере летом на уровне АТ500 гПа (рис. 1а) околуполярный циклон был глубоким, центр его располагался над полюсом. Интенсивная антициклональная деятельность (аномалии +7 дам восточнее Исландии, +8 дам в центральной части Европейской территории России (ЕТР) и +6 дам в центре Восточной Сибири) деформировала ложбины, связанные с циклоном. Положение их было близким к климатическому, а интенсивность нормальной и повышенной только в северных частях ложбин (-3 дам в канадском секторе Арктики, -4 дам западнее Новой Земли и -5 дам над полюсом).

Североатлантическое колебание (NAO) в июне имело положительную фазу – преобладали зональные процессы над севером Атлантического океана. Арктическая осцилляция (AO) имела положительные значения в июне, что говорит об усилении зональных процессов, и отрицательные – в июле и в августе, когда частые процессы блокирования нарушали смещение циклонов с запада на восток и преобладали меридиональные процессы. Полярное колебание (POL) имело положительную фазу

в июле, а в августе его значения были отрицательными. Индекс **WP** был отрицательным в июне и слабо отрицательным в августе, что говорит об усилении Субтропического максимума и дефиците осадков на Камчатке и небольших отрицательных аномалиях температуры на Чукотке. Тихоокеанское-Североамериканское колебание (**PNA**) имело положительную фазу в июне и июле, самые высокие значения индекса наблюдались в июне, когда наиболее четко были выражены оба центра действия атмосферы на уровне АТ500. По данным Климатического и прогностического центра CPC NOAA, летом 2021 г. наблюдалась нейтральная фаза Эль-Ниньо.



**Рис. 1.** Карта аномалий относительно периода 1981–2010 гг. и значений, осредненных за летний сезон 2021 г.: геопотенциала на поверхности АТ500 (а); приземного давления, приведенного к уровню моря (б). По данным реанализа ERA5.

**Fig. 1.** Anomalies of the averaged over the summer season 2021: geopotential at H500 hPa (a); sea level pressure (б) based on to ERA5 reanalysis data (reference period 1981–2010).

У земной поверхности (рис. 1б) в атлантической паре центров действия атмосферы Азорский максимум был обширным, центр его располагался западнее Азорских островов, более интенсивными были его западные гребни. Положение Исландского минимума в течение сезона было нестабильным. В результате частых процессов блокирования в высоких широтах Северного полушария и нарушения траекторий смещения циклонов, над полюсом происходила активная циклоническая деятельность, захватывающая северные районы Сибири. Над ЕТР, Уралом и южными районами Сибири преобладали антициклоны. В Тихом океане ведущая роль в циркуляционной деятельности принадлежала Субтропическому антициклону, обширный и интенсивный, он занимал умеренные и субтропические широты океана. Алеутский минимум занимал близкое к климатическому положение и был глубоким.

### **Успешность прогнозов температуры воздуха и осадков за лето 2021 года**

В летний сезон обширная зона положительных аномалий температуры воздуха занимала практически всю ЕТР, только на востоке Коми температурный фон был в норме (рис. 2б). Над ЕТР в средней тропосфере преобладали меридиональные процессы, связанные с частыми процессами блокирования, которые обусловили волны тепла. Согласно консенсусному прогнозу (рис. 2а) температура выше нормы ожидалась на северо-востоке ЕТР и в южной половине региона, на северо-западе ЕТР и центре – около нормы, а в Ленинградской области прогнозировались отрицательные аномалии температуры. В республиках Беларусь, Украина и Молдова среднесезонная температура воздуха превысила климатическую норму или была близка к ней, что было отражено в прогнозе.

Консенсусный прогноз по температуре воздуха для территории Средней Азии оправдался хорошо. На большей части Республики Казахстан температурный фон оказался выше нормы, особенно в западных областях. Около нормы температура сохранялась на северо-востоке республики. На остальной территории Среднеазиатских республик средняя за сезон температура воздуха была выше климатической нормы, и только в центральных районах Киргизии и востоке Таджикистана близка к ней.

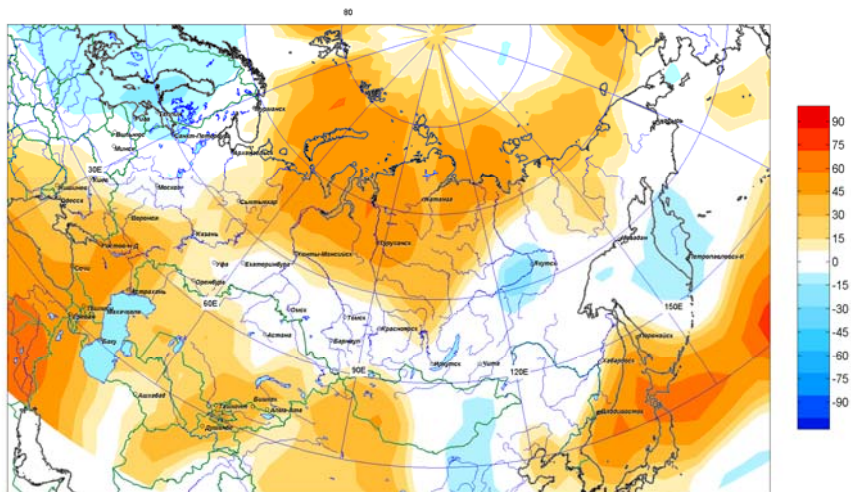
По фактическим данным в российском секторе Арктики аномалии были положительными. В указанных выше северных регионах прогноз полностью оправдался.

В средней тропосфере большую часть летнего сезона был нарушен зональный характер циркуляции над Восточной Сибирью. Рекордно высокие температуры воздуха в Якутии отмечались во второй половине июня, начале июля и отдельные дни августа. Значительно теплее нормы прошедший летний сезон оказался на востоке Красноярского края, западной и южной половинах Якутии, на юге и в центре Дальнего Востока Российской Федерации (ДВР). В этих регионах прогноз оказался успешным только на северо-западе и центре Якутии и юге ДВР. Холоднее обычного было на Чукотке, прогнозировался температурный фон, близкий к норме.

На юге Западной и Центральной Сибири температурный фон был близок к нормальному, лишь на юге Бурятии наблюдались небольшие отрицательные аномалии, прогноз в этих районах был успешен.

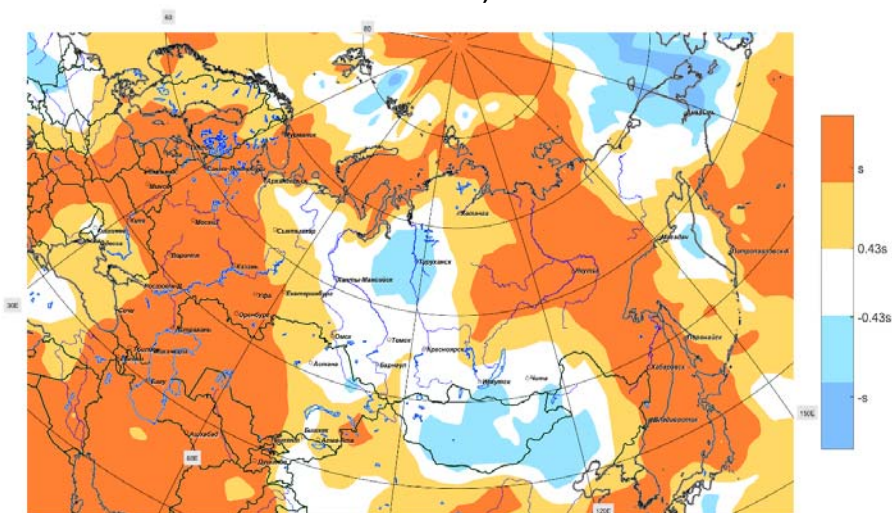
Количество осадков выше нормы в летний сезон 2021 года отмечалось на юго-востоке Украины, в Крыму и на западе ЮФО (рис. 3б), прогноз в этом регионе оказался неверным (рис. 3а).

Хорошо воспроизведен избыток осадков в восточной части Ненецкого АО и севере Ямало-Ненецкого АО. Много осадков выпало на Чукотке, прогнозировалась норма и выше ее.



2M temperature forecast. JJA 2021 (Composite Probabilities)

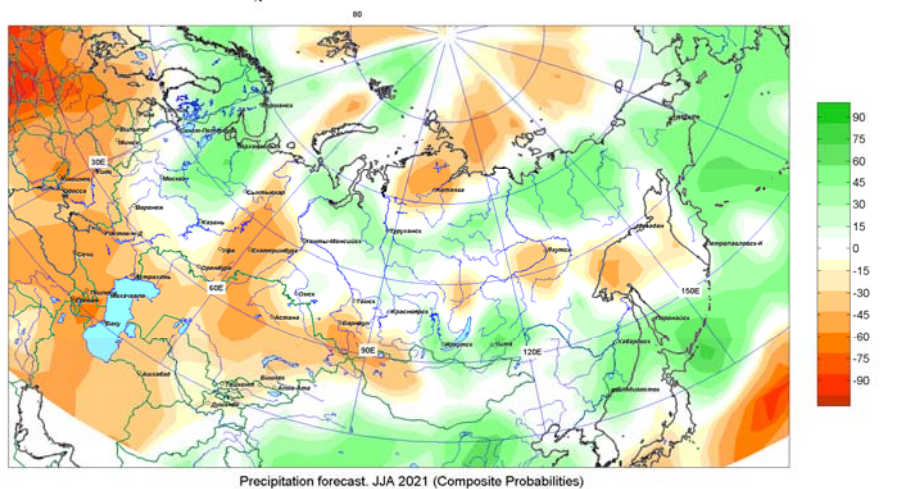
a)



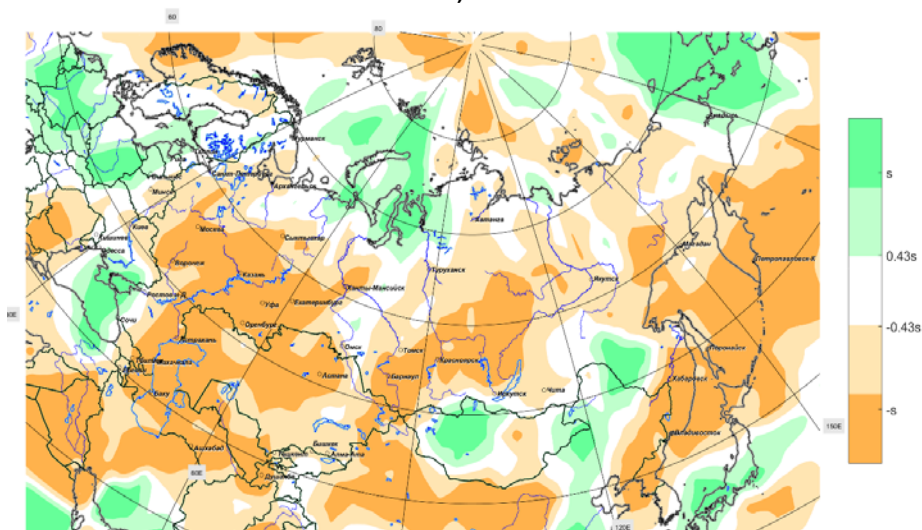
б)

**Рис. 2.** Консенсусный прогноз среднесезонной аномалии температуры воздуха на за летний сезон 2021 г. в вероятностной форме, рассчитанный на основе интерпретации данных п моделей (ПЛАВ, ГГО, ТСС, CanSIP, CFS2) (а); распределение аномалий приземной температуры по данным ERA5 реанализа за летний сезон 2021 г. (б).

**Fig. 2.** Consensus forecast of the average seasonal air temperature anomaly in summer 2021 in probabilistic form based on the interpretation of 5 forecast models (PLAV, GGO, TCC, CanSIP, CFS2) (a); distribution of normalized surface temperature anomalies based on the ERA5 reanalysis data for the summer season 2021 (б).



а)



б)

**Рис. 3.** Консенсусный прогноз среднесезонных аномалий осадков за летний сезон 2021 г. в вероятностной форме, рассчитанный на основе интерпретации данных 5 моделей (ПЛАВ, ГГО, ТСС, CanSIP, CFS2) (а); распределение нормированных аномалий осадков по данным ERA5 реанализа за летний сезон 2021 г. (б).

**Fig. 3.** Consensus forecast of the average seasonal precipitation anomaly in summer 2021 in probabilistic form based on the interpretation of 5 forecast models (PLAV, GGO, TCC, CanSIP, CFS2) (a); distribution of normalized precipitation anomalies based on the ERA5 reanalysis data for the summer season 2021 (b).

Не оправдалось превышение нормы осадков в северной половине Якутии, здесь по фактическим данным наблюдался дефицит, и только чуть севернее Тикси осадков выпало выше нормы. Хорошо спрогнозирован дефицит осадков на юго-западе Якутии.

Осадки ниже нормы отмечались на большей части ЕТР, исключая южные районы, избыток прогнозировался на северо-западе и центре этого региона.

Дефицит осадков на востоке Приволжского и юге Уральского федеральных округов был воспроизведен верно. В Алтайском крае, Республике Алтай, на юге Томской области, юге Красноярского края, Хакасии осадки были ниже средних многолетних значений, как и прогнозировалось.

Дефицит осадков отмечался на большей части Казахстана, на территории Узбекистана и Туркменистана, востока Таджикистана, запада Киргизии. Прогноз воспроизвел основные особенности распределения осадков в Средней Азии.

Неуспешным оказался прогноз в Забайкалье, где ожидалось превышение нормы осадков, по факту осадков выпало около и ниже нормы.

Избыток осадков наблюдался в Амурской области, ожидалось, что осадков будет в норме и выше ее. Неуспешным прогноз оказался на юге ДВР, где в летний сезон по фактическим данным отмечался дефицит осадков, а прогнозировался избыток. Засушливые условия отмечались на границе Хабаровского края и Магаданской области, по прогнозу ожидалась норма и ее превышение.

Успешность консенсусного прогноза на лето 2021 г. по всей территории Северной Евразии для приземной температуры воздуха составила 74%, для осадков – 63%. Наиболее высокие в Северной Евразии оценки оправдываемости прогнозов аномалии температуры воздуха (91%) и осадков (76%) отмечены для Азиатской территории (таблица).

**Таблица.** Оценки качества (% и АСС) сезонных прогнозов температуры и осадков на лето 2021 г.

**Table.** Skill scores in % of consensus forecasts of air temperature and precipitation for the summer season 2021.

Оценки качества сезонных прогнозов		Северная Евразия	Европейская часть	Азиатская часть	Центральная Азия и Казахстан
T2m	%	74	73	70	91
	АСС	0.65	0.66	0.62	0.79
Prec	%	63	65	57	76
	АСС	0.14	0.22	-0.03	0.66



### **Ожидаемые оценки термического состояния океана и крупномасштабной циркуляции атмосферы на зимний сезон 2021/2022 гг. по данным мировых прогностических центров**

Большинство центров прогнозируют значительные положительные аномалии температуры поверхности океана (ТПО) в северной части Тихого океана, связанные с отрицательной фазой Тихоокеанского декадного колебания (PDO), что может привести к ослаблению Алеутского минимума и смещению центров циклонической активности на восток. Отрицательные аномалии ТПО сохраняются в экваториальных широтах Тихого океана. Согласно прогнозам, IRI/CPC вероятности событий La Nina, нейтральной фазы и El Nino (Nino3.4, пороговые значения:  $-0.5^{\circ}\text{C}$  и  $0.5^{\circ}\text{C}$ ) в предстоящем зимнем сезоне 84, 16 и 0 % соответственно.

На большей части Северной Атлантики сохраняются положительные аномалии ТПО. При этом распределение прогностических аномалий ТПО соответствует положительной фазе триполя, связанной с положительной фазой NAO. Значительные положительные аномалии ТПО ожидаются в районе Гольфстрима, Лабрадорского течения, а также на акваториях арктических морей.

Согласно прогнозам Гидрометцентра России по модели ПЛАВ, предстоящей зимой ожидается преобладание положительной фазы Североатлантического (NAO) колебания.

Зимний сезон 2021/2022 гг. ожидается теплее обычного на большей части территории Северной Евразии согласно прогнозам большинства моделей ведущего центра ВМО по мультимодельным прогнозам. Наиболее значительные положительные аномалии ожидаются на севере Западной Сибири, в Якутии и на Дальнем Востоке. Отрицательные аномалии вероятны на юге Сибири и на севере Казахстана.

В прогнозах осадков много неопределенностей. Избыточное увлажнение наиболее вероятно на севере Европы, в умеренных и полярных широтах Сибири, в Якутии и на Дальнем Востоке, дефицит осадков – на юге Европы, юге Восточной Сибири и в Центральной Азии.

### **Консенсусный прогноз аномалий приземной температуры воздуха и осадков на зиму 2021/22 гг.**

По заключению участников СЕАКОФ-21, зимний сезон 2021/2022 гг. ожидается теплее нормы на большей части Северной Евразии. На севере ЕТР положительные аномалии температуры прогнозируются с вероятностью 45–75 %. На западе ЕТР, востоке Беларуси, севере Молдавии их вероятность 30–45 %, на большей части южной половины ЕТР присутствует неопределенность, на юге ЦФО возможен температурный фон ниже нуля (вероятность до 30 %). Теплее нормы зимой 2021/2022 гг. с вероятностью 45–60 % будет в западной половине Беларуси, на западе Украины и юге Молдавии. На всей территории

Сибири, Урала и Дальнего Востока Российской Федерации температура прогнозируется выше нормы с вероятностью 60–90 %. С невысокой вероятностью теплее нормы зимний сезон будет южнее Байкала. На крайнем востоке Чукотки в прогнозе присутствует неопределенность.

В Центральной Азии неопределенность в прогнозе отмечается на северо-западе и северо-востоке Казахстана, на остальной территории региона температурный фон прогнозируется выше нормы (с вероятностью 45–60 %).

Избыточное увлажнение с вероятностью до 75 % ожидается в Беларуси, западе Украины, Молдавии, северной половине ЕТР, на всей территории Урала, Западной Сибири и в северных районах Казахстана. Дефицит осадков возможен (вероятность 45–75 %) на востоке Украины, в Крыму, Краснодарском крае, а также Закавказье с вероятностью 45–60 %. Больше нормы осадков прогнозируется (вероятность до 75 %) в центральных и восточных районах Якутии и на ДВР. Сухой предстоящая зима ожидается на востоке Чукотки (вероятность 45–60 %). На территории Центральной Азии, за исключением северных областей Казахстана, в прогнозе присутствует неопределенность. В отдельных районах юга Центральной Азии спрогнозирована невысокая вероятность дефицита осадков.

### **Последствия крупных аномалий температуры воздуха и осадков летом 2021 года для различных секторов экономики**

Одним из направлений, развиваемых в рамках работы СЕАКЦ, является оценка последствий крупных аномалий температуры и осадков на различные сектора экономики и социальной жизни и их прогноз [3].

Одним из самых масштабных явлений 2021 г. природного характера можно считать лесные пожары на территории республики Саха, причиной которых стали продолжительные периоды аномально жаркой и сухой погоды (рис. 2б, рис. 3б). По данным ФГУ «Авиалесохрана», в Якутии за летний сезон было зафиксировано 1695 пожаров на общей площади около 8 млн га. Помимо потерь лесного хозяйства, пожары оказали влияние на экологическую обстановку. 6–12 августа в Якутске концентрация загрязняющих веществ превышала ПДК в 20 раз. По данным Роспотребнадзора [[www.14.rospotrebnadzor.ru](http://www.14.rospotrebnadzor.ru)], 727 человек обращались с жалобами на самочувствие из-за дыма, 40 были госпитализированы.

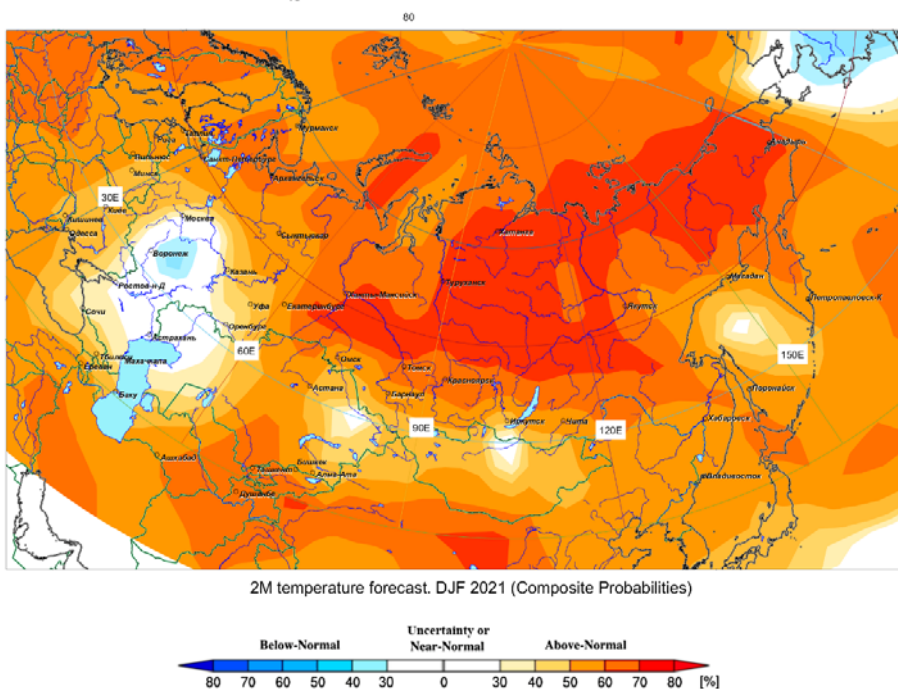
Засушливые условия на юге Урала и в Поволжье обусловили длительные периоды атмосферной и почвенной засух, что по предварительным данным привело к снижению урожайности озимой и яровой пшеницы.

Осадки выше нормы на юге Дальнего Востока и на юге Восточной Сибири привели к неблагоприятной паводковой обстановке и росту уровня воды на озере Байкал и на реке Амур, были затоплены поймы,

фиксировался ущерб в населенных пунктах, расположенных в пониженных местах. В Забайкальском национальном парке был усилен мониторинг околотовных птиц из-за затоплений мест их гнездования.

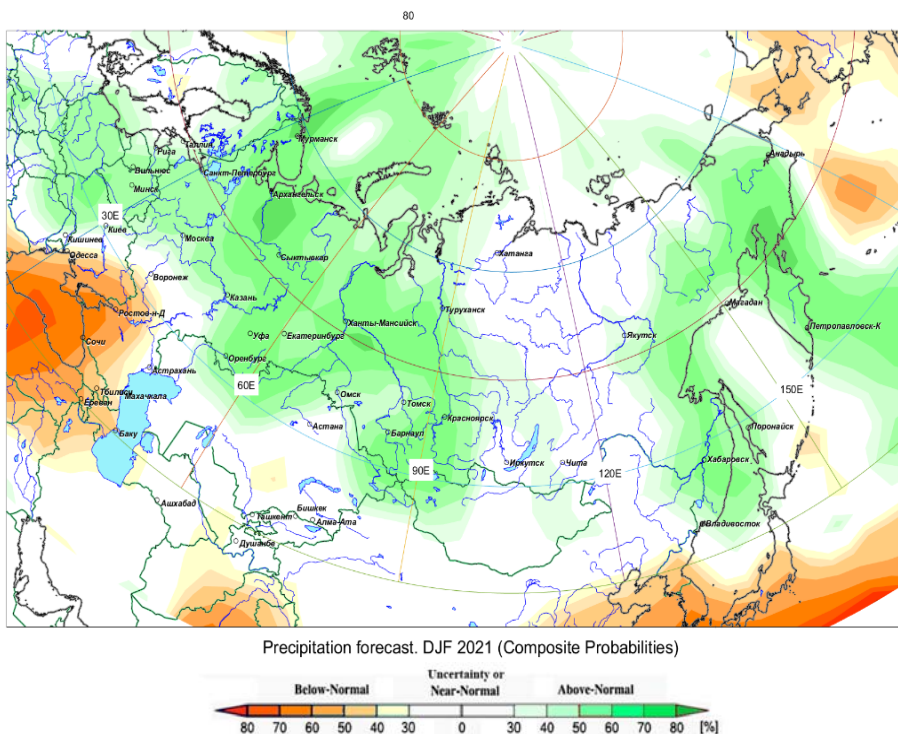
### Прогноз возможных последствий крупных аномалий температуры воздуха и осадков различных секторов экономики зимой 2021/2022 гг.

Можно выделить несколько областей экономики и социальной жизни, подверженных потенциальному воздействию крупных аномалий температуры воздуха и осадков (рис. 4, 5) зимой 2021/2022 гг. по консенсусному прогнозу.



**Рис. 4.** Карта консенсусного прогноза среднесезонной аномалии температуры воздуха на зиму 2021/2022 гг. в вероятностной форме, рассчитанного на основе интерпретации данных 6 моделей (INM, ПЛАВ, ГГО, ТСС, CanSIP, CFS2). Положительные аномалии обозначены красным, а отрицательные – синим цветом, насыщенность цвета соответствует вероятности аномалии.

**Fig. 4.** Map of the consensus forecast of the mean seasonal air temperature anomaly for the winter of 2021/2022 in probabilistic form, based on the interpretation of data from 6 models (INM, PLAV, MGO, TCC, CanSIP, CFS2). Positive anomalies are indicated in red, negative anomalies in blue, the color saturation corresponds to the probability of an anomaly.



**Рис. 5.** Карта консенсусного прогноза среднесезонной аномалии осадков на зиму 2021/2022 гг. в вероятностной форме, рассчитанного на основе интерпретации данных 6 моделей (INM, ПЛАВ, ГГО, ТСС, CanSIP, CFS2). Положительные аномалии обозначены зеленым, а отрицательные – красным цветом, насыщенность цвета соответствует вероятности аномалии.

**Fig. 5.** Map of the consensus forecast of the mean seasonal precipitation anomaly for the winter of 2021/2022 in probabilistic form, based on the interpretation of data from 6 models (INM, PLAV, MGO, TCC, CanSIP, CFS2). Positive anomalies are indicated in red, negative anomalies in blue, the color saturation corresponds to the probability of an anomaly.

*Транспорт.* Осадки выше нормы в центре и на севере ЕТР и в Западной Сибири могут привести к росту затрат на снегоуборочную технику и реагенты. А значительные положительные аномалии температуры воздуха в арктической зоне Восточной Сибири и Дальнего Востока могут стать причиной сокращения периода использования зимних дорог.

*Энергетика.* Теплая и влажная погода может стать причиной частой повторяемости ледяных дождей на юге Дальнего Востока, что может приводить к авариям на ЛЭП.

*Сельское хозяйство.* Осадки ниже и около нормы на юге ЕТР и на юге Поволжья могут вызвать ранний сход снежного покрова и раннее начало посевных работ.

*Водные ресурсы.* Осадки выше нормы могут привести к более активному течению весеннего половодья в центре и на севере ЕТР и в Западной Сибири.

*Здоровье населения.* Теплая погода в зимнее время является одним из ведущих факторов развития ОРВИ. Именно поэтому на севере ЕТР и на юге Сибири возможен рост заболеваемости.

*Туризм/активный отдых.* Осадки выше нормы могут способствовать росту частоты схода снежных лавин на Камчатке и при этом увеличить продолжительность горнолыжного сезона на Камчатке и на Алтае. Осадки ниже нормы на Кавказе могут стать потенциальной причиной сокращения сезона.

Работа по верификации прогнозов за лето 2021 г. выполнена в Гидрометцентре России за счет гранта Российского научного фонда № 21-17-00254, <https://rscf.ru/project/21-17-00254/>.

Работа по выпуску консенсусного прогноза с использованием новой схемы комплексирования моделей выполнена при финансовой поддержке МинОбрНауки РФ (соглашение №075-15-2021-577 с ИФА им. А.М. Обухова РАН).

### Список литературы

1. Вильфанд Р.М., Р.Б. Зарипов, Д.Б. Киктев, Е.Н. Круглова, В.Н. Крыжов, И.А. Куликова, В.А. Тищенко, М.А. Толстых, Хан. В.М. Долгосрочные метеорологические прогнозы в Гидрометцентре России // Гидрометеорологические исследования и прогнозы. 2019. № 4 (374). С. 12-36.

2. Воробьева В.В., Володин Е.М. Экспериментальные исследования сезонной предсказуемости погоды, выполненные на основе климатической модели ИВМ РАН // Математическое моделирование. 2020. Т. 32, № 11. С. 47-58.

3. Емелина С.В., Хан В.М. Перспективы развития специализированного климатического прогнозирования в СЕАКЦ // Гидрометеорологические исследования и прогнозы. 2021. № 1 (379). С. 101-111.

4. Киктев Д.Б., Хан В.М., Крыжов В.Н., Зарипов Р.Б., Круглова Е.Н., Куликова И.А., Тищенко В.А. Технология выпуска региональных долгосрочных прогнозов Северо-Евразийского климатического центра (СЕАКЦ) // Труды Гидрометцентра России. 2015. Вып. 358. С. 36-58.

5. Мирвис В.М., Мелешко В.П. Современное состояние и перспективы развития метеорологических прогнозов на месяц и сезон // Труды ГГО. 2008. Вып. 558. С. 3-40.

6. Тищенко В.А., Хан В.М., Круглова Е.Н., Куликова И.А. Прогнозирование осадков и температуры в бассейне реки Амур на месячных и сезонных интервалах времени // Метеорология и гидрология. 2019. № 3. С. 24-39.

7. Толстых М.А., Желен Ж.Ф., Володин Е.М., Богословский Н.Н., Вильфанд Р.М., Киктев Д.Б., Красюк Т.В., Кострыкин С.В., Мизяк В.Г., Фадеев Р.Ю., Шашкин В.В., Шляева А.В., Эзау И.Н., Юрова А.Ю. Разработка многомасштабной версии глобальной модели атмосферы ПЛАВ // Метеорология и гидрология. 2015. № 6. С. 25-35.

8. Хан В.М. Деятельность Северо-Евразийского климатического центра (СЕАКЦ) и Северо-Евразийского климатического форума (СЕАКОФ) в международной структуре ВМО по улучшению климатического обслуживания // Труды Гидрометцентра России. 2015. Вып. 358. С. 5-12.

9. Хан В.М. Концепция региональных климатических форумов ВМО и вклад Северо-Евразийских климатических форумов в ее реализацию // Труды Гидрометцентра России. 2017. Вып. 366. С. 5-13.

### References

1. Vilfand R.M., Zaripov R.B., Kiktev D.B., Kruglova E.N., Kryjov V.N., Kulikova I.A., Tishchenko V.A., Tolstykh M.A., Khan V.M. Long-range forecasting at Hydrometeorological Center of Russia. *Gidrometeorologicheskie issledovaniya i prognozy [Hydrometeorological Research and Forecasting]*, 2019, no. 4 (374), pp. 12-36 [in Russ.].

2. Vorob'eva V.V., Volodin E.V. Experimental studies of seasonal weather predictability based on the INM RAS Climate Model Mathematical. *Models and Computer Simulations*, 2021, vol. 13, pp. 571-578.

3. Emelina S.V., Khan V.M. Plan for the development of specialized climate forecasting in NEACC *Gidrometeorologicheskie issledovaniya i prognozy [Hydrometeorological Research and Forecasting]*, 2021, no. 1 (379), pp. 101-111 [in Russ.].

4. Kiktev D.B., Khan V.M., Kryzhov V.N., Zaripov R.B., Kruglova E.N., Kulikova I.A., Tishchenko V.A. Technology of issue of long-range forecasts in the North-Eurasian Climate Centre (NEACC). *Trudy Gidromettsentra Rossii [Proceedings of the Hydrometcentre of Russia]*, 2015, vol. 358, pp. 36-58 [in Russ.].

5. Mirvis V.M., Meleshko V.P. Sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya meteorologicheskikh prognozov na mesyats i sezon. *Trudy GGO*, 2008, vol. 558, pp. 3-40.

6. Tishchenko V.A., Khan V.M., Kruglova E.N., Kulikova I.A. Monthly and Seasonal Prediction of Precipitation and Air Temperature in the Amur River Basin. *Russian Meteorology and Hydrology*, 2019, vol. 44, no. 3, pp. 169-179.

7. Tolstykh M.A., Geleyn J.-F., Volodin E.M. Development of the multiscale version of the SL-AV global atmosphere model. *Russian Meteorology and Hydrology*. 2015. vol. 40, no. 6, pp. 374-382.

8. Khan V.M. Activity of the North-Eurasian Climate Center (NEACC) and the North Eurasian Climate Outlook Forum aimed at climate services improvement within the international structure of WMO. *Trudy Gidromettsentra Rossii [Proceedings of the Hydrometcentre of Russia]*, 2015, vol. 358, pp. 5-12 [in Russ.].

9. Khan V.M. The concept of WMO Regional Climate Outlook Forum and the contribution of North Eurasia Climate Outlook Forum to its implementation. *Trudy Gidromettsentra Rossii [Proceedings of the Hydrometcentre of Russia]*, 2017, vol. 366, pp. 5-13 [in Russ.].

Поступила 29.11.2021; одобрена после рецензирования 30.11.2021;  
принята в печать 13.12.2021.

Submitted 29.11.2021; approved after reviewing 30.11.2021;  
accepted for publication 13.12.2021.