

УДК 551.5

Анализ консенсусного прогноза на лето 2018 года

***В.М. Хан, В.А. Тищенко, Р.М. Вильфанд, И.А. Куликова,
Е.Н. Круглова, Б.А. Бирман, Т.В. Бережная***

*Гидрометеорологический научно-исследовательский центр
Российской Федерации, г. Москва, Россия*

khan@mecom.ru, tishchenko@mecom.ru, kulikova@mecom.ru, kruglova@mecom.ru

Представлены результаты консенсусного прогноза (КП) аномалий температуры и осадков на лето 2018 года, подготовленного в ходе 14-й сессии Северо-Евразийского климатического форума по сезонным прогнозам. Обсуждаются оценки состояния атмосферных мод климатической изменчивости в прогностический период, инерционные факторы подстилающей поверхности, изменчивость температуры воздуха и осадков над исследуемой территорией, прогнозы по данным гидродинамических моделей ведущих прогностических центров на лето 2018 года. На основании сопоставления фактических и прогностических данных приводятся качественные и количественные оценки верификации КП в целом по территории стран-участников СЕАКЦ и отдельно для крупных регионов.

Ключевые слова: консенсусный прогноз, СЕАКОФ, СЕАКЦ, успешность прогнозов, предсказуемость, индексы циркуляции

Analysis of consensus forecast for summer 2018

***V.M. Khan, V.A. Tishchenko, R.M. Vilfand, I.A. Kulikova,
E.N. Kruglova, B.A. Birman, T.V. Berezhnaya***

*Hydrometeorological Research Center of Russian
Federation, Moscow, Russia*

khan@mecom.ru, tishchenko@mecom.ru, kulikova@mecom.ru, kruglova@mecom.ru

The results of the development of consensus forecast (CF) for the anomalies of air temperature and precipitation in Northern Eurasia for the summer of 2018 during the 14th session of the North Eurasian Climate Outlook Forum, are presented. Estimates of the state of atmospheric modes of climatic variability in the prognostic period, inertial factors of the surface characteristics, variability of air temperature and precipitation over the study area, and forecasts based on hydrodynamic models from leading prognostic centers for the summer of 2018 are discussed. Based on a comparison of observational and forecast data, qualitative and quantitative estimates of CP verification are given for the whole territory of the NEACC and separately for large regions.

Keywords: consensus forecast, NEACOF, NEACC, skill scores, predictability, circulation indices

Введение

Северо-Евразийский климатический центр (СЕАКЦ) в ходе сессий СЕАКОФ выпускает на регулярной основе перед началом летнего

и зимнего сезонов консенсусные прогнозы (КП) приземной температуры воздуха и осадков по территории Северной Евразии [9, 10].

В [11] приведен анализ ряда отечественных и зарубежных источников [13–16], в которых представлены подходы к составлению консенсусных прогнозов и анализ их качества. Опыт составления сезонных прогнозов в рамках оперативной деятельности СЕАКЦ и других прогностических центрах [4, 6–8]. Последовательная процедура составления КП на основании экспертной оценки прогнозов национальных гидрометеорологических служб (НГМС), региональных климатических центров ВМО (РКЦ), Глобальных центров производителей по долгосрочным прогнозам (ГЦП-ДП) и других организаций по исследованию и прогнозированию климата описана в [11]. Уместно напомнить, что при подготовке КП на летний сезон наряду с гидродинамическими ансамблевыми прогнозами также используется физико-синоптический вероятностный прогноз Гидрометцентра России на вегетационный период, составляемый на основе климатических данных и прогностических разработок НИУ Росгидромета. Комплексация синоптических и гидродинамических прогнозов при формировании КП применяется во многих Региональных климатических центрах [2, 3, 12, 14].

В работе представлены: формулировка консенсусного прогноза климатических условий на лето 2018 года, фактические особенности атмосферной циркуляции и климатических характеристик летнего сезона над территорией Северной Евразии, качественные и количественные оценки КП.

Формулировка консенсусного прогноза климатических условий на лето 2018 года

Согласно прогнозам большинства центров, на летний сезон 2018 г. прогнозировались отрицательные аномалии ТПО в центральной части Северной Атлантики и в районе Лабрадорского течения, а в районе Гольфстрима и Ньюфаундлендской энергоактивной зоны – значительные положительные АТПО, что обычно приводит к усилению контрастов между теплой водой и холодным воздухом. В результате адвекции тепла Североатлантическим течением и возрастания ветровых напряжений западно-восточный перенос в атмосфере умеренных широт усиливается. Значительные положительные АТПО прогнозировались на акватории Баренцева моря, что способствует сокращению площади ледового покрова в Арктике. Аномально холодная поверхность Тихого океана в арктических широтах при положительных значениях аномалии на большей части северной акватории океана обычно способствует усилению тихоокеанского максимума и активизации циклонической деятельности на севере Дальнего Востока. Вероятности наступления событий La Nina, нейтральной фазы и El Nino в зимнем сезоне, согласно прогнозам IRI/CPC, распределялись по грациям: 9, 62 и 29 %.

Количественными характеристиками крупномасштабных особенностей атмосферной циркуляции являются индексы дальних связей [5]. С точки зрения прогнозов индексов сезон ожидался неоднородным. В течение летнего периода наиболее значительные возмущения циркуляции ожидалось на Дальнем Востоке (отрицательная фаза Западно-тихоокеанского (WP) в августе). По прогнозам Северо-атлантического индекса (NAO) в июне ожидалось ослабление, а в июле и августе усиление западно-восточного переноса и активизация циклонической деятельности на акватории Северной Атлантики и в Европе.

Большинство центров прогнозировало преобладание положительных аномалий Н-500 на большей части территории Северной Евразии (за исключением Урала и Западной Сибири).

Отрицательные аномалии атмосферного давления ожидалось на большей части территории Урала, Сибири, Казахстана и Средней Азии.

На большей части территории Северной Евразии, по данным большинства прогностических центров, температурный режим летнего сезона 2018 г. ожидался в пределах нормы или теплее обычного. По прогнозам Гидрометцентра России [4, 8] и ГГО [6], средняя температура сезона «около нормы» прогнозировалась в Восточной Европе, на Урале и в Северном Казахстане. На остальной территории температура ожидалась выше нормы. На основе данных большинства прогностических центров и групповых обсуждений с экспертами был сформулирован прогноз, согласно которому близкие к норме значения температуры воздуха наиболее вероятны на Урале, в Сибири и на севере Казахстана (рис. 1а).

В прогнозах осадков много противоречий и неопределенностей. Наличие четкого сигнала отмечалось лишь на юге Европы и местами в Центральной Азии, где ожидался дефицит осадков. На юге Дальнего Востока наиболее вероятен дефицит осадков, на северо-востоке – избыточное увлажнение (рис. 2а).

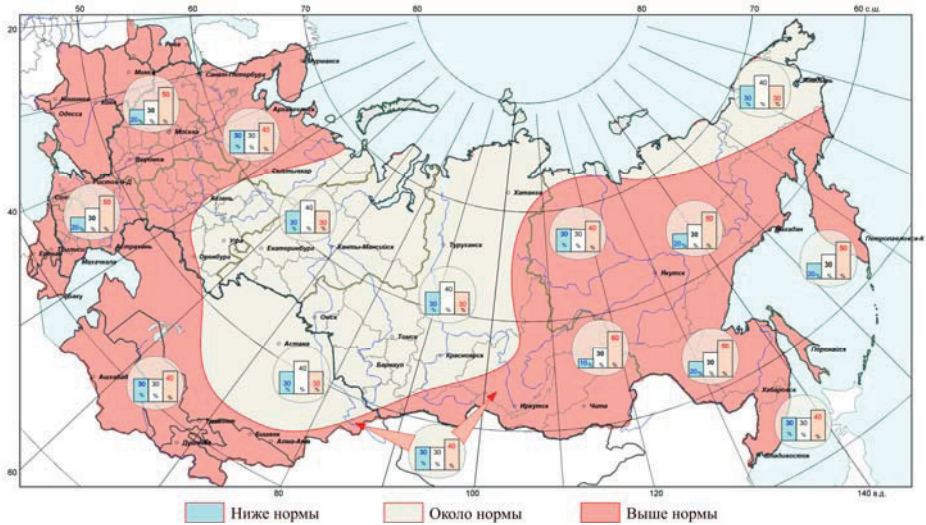
Консенсусный прогноз формулировался в категориях «ниже нормы», «норма», «выше нормы».

По аналогии с прогностическими полями, фактические сезонные значения как для температуры, так и для осадков (рис. 1б, 2б) также были представлены в равновероятных градациях «выше нормы», «норма», «ниже нормы». Фактические градации с сезонным осреднением рассчитывались на основе данных ежедневных срочных наблюдений, получаемых в коде “SYNOP” в Гидрометцентре России.

Долгопериодные тенденции изменений температуры воздуха и количества осадков над территорией Северной Евразии в процессе составления прогноза не учитывались. При этом наблюдается определенное сходство полей прогностических аномалий и величин, характеризующих 30-летние тренды.

Как отмечено в [3], оценки трендов метеорологических характеристик за последние десятилетия дают представление о вкладе долгопериодной изменчивости в общую дисперсию климатических аномалий

и несут прогностическую информацию о предстоящих аномалиях. Таким образом оценка линейных трендов за последние десятилетия может быть дополнительным источником информации [1].



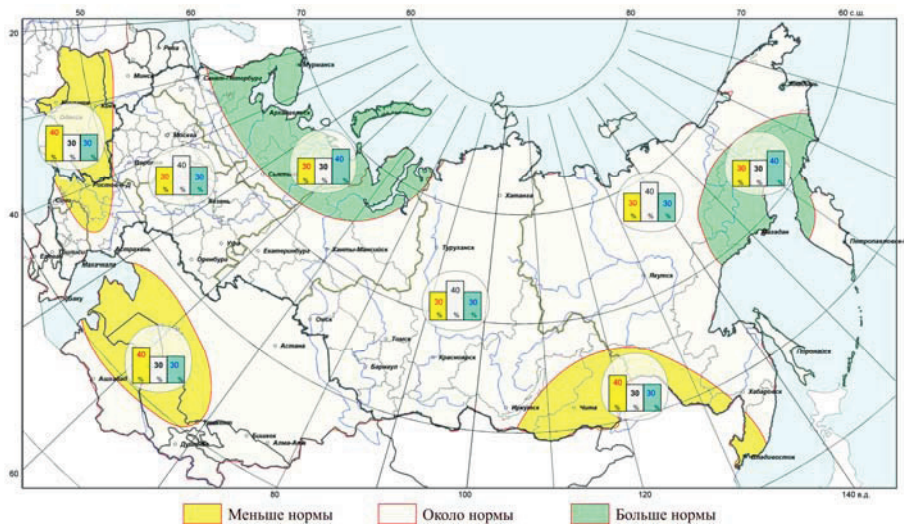
а)



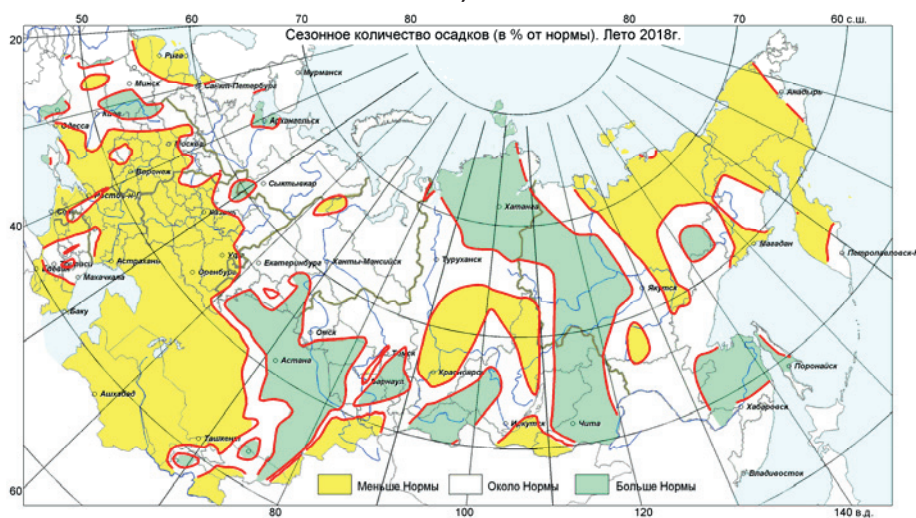
б)

Рис. 1. Распределение градаций «выше нормы», «норма», «ниже нормы» для приземной температуры воздуха по прогностическим (а) и фактическим (б) данным. Лето 2018 г.

Fig. 1. Spatial distribution of gradations "Above the norm", "Norm", "Below the norm" for surface air temperature according to the forecast (a) and observational (b) data. Summer 2018.



а)



б)

Рис. 2. Распределение градаций «выше нормы», «норма», «ниже нормы» для осадков по прогностическим (а) и фактическим (б) данным. Лето 2018 г.

Fig. 2. Spatial distribution of gradations “Above the norm”, “Norm”, “Below the norm” for precipitation according to forecast (a) and observational (b) data. Summer 2018.

По сведениям СЕАКЦ (Сводное ежегодное сообщение о состоянии и изменении климата на территориях государств-участников СНГ, <http://seac.meteoinfo.ru/images/seac/monitoring/cis-climate-2017.pdf>), положительный тренд температуры за период 1976–2017 гг. в летние месяцы наблюдался на большей части территории Северной Евразии (рис. 3а).

Наибольшая скорость потепления зафиксирована в юго-восточной Европе (в отдельных регионах коэффициенты трендов превышают $1\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ лет}$). Практически не меняется средняя температура на востоке Казахстана, в Киргизии, Таджикистане и на юго-западе Западной Сибири. Если рассмотреть территории стран СНГ по отдельности, то все тренды температуры, осредненной по территории каждого государства, положительны. Вклад трендов в общую изменчивость ($D\%$) составляет 9–67 % в зависимости от региона. Наибольшая величина D , как и наибольший коэффициент тренда, рассчитаны для территории Молдовы.

Как видно из рисунков, поле пространственных распределений коэффициентов линейного тренда осадков (рис. 3б) менее однородно в сравнении с полем температуры воздуха. По результатам расчетов ИГКЭ и ВНИГМИ-МЦД, а также метеослужб стран-участников СЕАКЦ, наиболее выражена тенденция роста количества осадков: в России – на севере Якутии и Хабаровского края; на юго-западе и востоке Казахстана, в Киргизии и Таджикистане. Отрицательный тренд осадков отмечается на юге Восточной Европы, в ряде регионов Центральной Азии. Вклад трендов в общую изменчивость не превышает 10 %.

На картах фактических и прогностических аномалий температуры воздуха (рис. 1) и их долгопериодных тенденций (рис. 3а) можно отметить заметное сходство пространственного распределения аномалий и коэффициентов тренда. Что касается осадков, то схожесть полей аномалий и коэффициентов тренда (рис. 2, 3б) прослеживается лишь на территории Восточной Европы.

Особенности атмосферной циркуляции и климатических характеристик летнего сезона 2018 г. над территорией Северной Евразии

По сведениям Гидрометцентра России (<https://meteoinfo.ru/circulation-review>, <https://meteoinfo.ru/climat-tabl3>), в поле $H500$ в течение всего сезона преобладали положительные аномалии геопотенциала в средней тропосфере. Лишь в высоких широтах в июле и августе наблюдался глубокий околорполярный циклонический вихрь.

В июне область положительных аномалий геопотенциала занимала север Атлантики, центральную и восточную Европу, Сибирь и север Дальнего Востока. Наибольшие аномалии зафиксированы на севере Красноярского края. Глубокая ложбина занимала север Скандинавии, восток ЕТР и Урал. Положение планетарной высотной фронтальной зоны (ПВФЗ) над центральными районами Сибири отклонено к северу, над восточной частью ЕТР и над Охотским морем к югу. В высоких широтах II естественного синоптического района (ЕСР) зональный перенос оказался ослабленным на 72 %, в умеренных широтах I ЕСР – на 19 %. В высоких широтах I ЕСР перенос был несколько интенсивнее обычного.

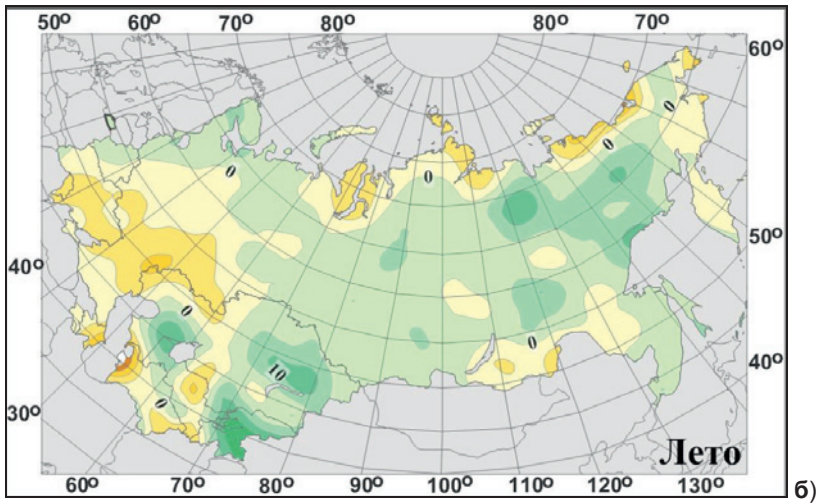
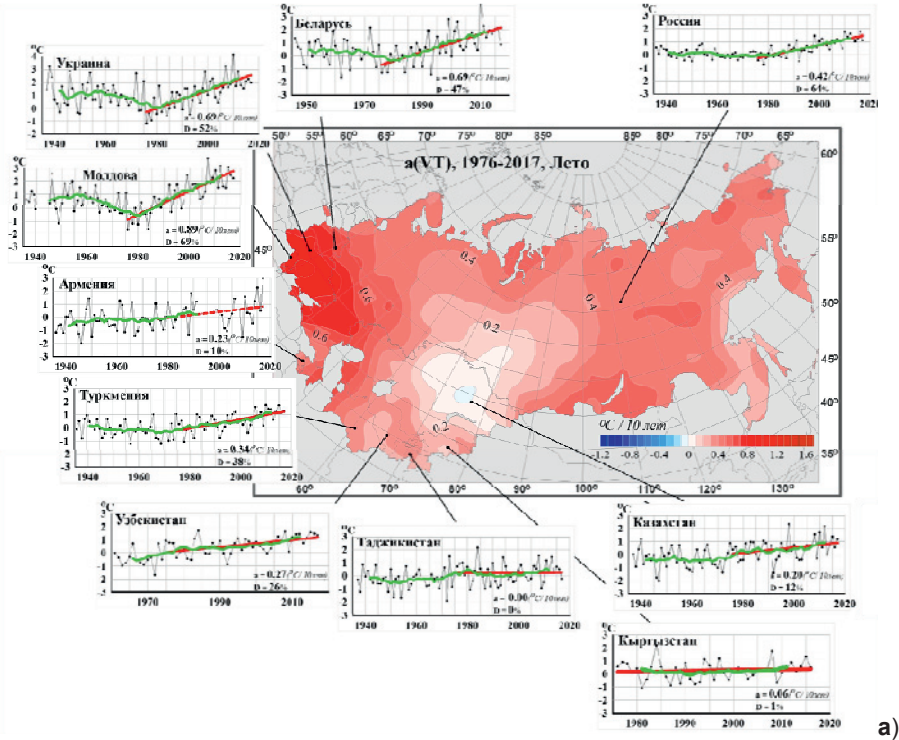


Рис. 3. Пространственные распределения коэффициентов линейного тренда за период с 1976 по 2017 г. для летней температуры (а) и количества осадков (б) (из Обзора СЕАКЦ состояния и тенденций изменения климата по территории СНГ).

Fig. 3. Spatial distributions of linear trend coefficients for the period from 1976 to 2017 for summer temperature (a) and precipitation amount (б) (from the NEACC Review of the climate conditions and trends of climate change across the CIS territory).

На территории Сибири прошедший июнь стал самым жарким с 1891 г. Выше нормы температура воздуха была на юго-западе Восточной Европы, в Закавказье и в Центральной Азии; в Казахстане – около нормы. На большей части Поволжья и на юге Урала средняя температура июня – ниже нормы. Холоднее обычного было на юге Дальнего Востока, на севере – около и выше нормы.

На севере ЕТР, на Урале и на востоке Казахстана, а также местами в Киргизии и Таджикистане сумма осадков за июнь превысила норму. Изобилие их пришлось на юг Дальнего Востока. Меньше нормы осадков выпало на юге ЕТР, в западном Казахстане, в Якутии и на Колыме. Сухо было на большей части Центральной Азии. В некоторых районах юга Европейской России и запада Казахстана имела место засуха.

В июле аномальной была тропосферная циркуляция в I ЕСР. Блокирующие гребни и антициклоны полностью нарушили зональный перенос над Европой, Уралом, западом Казахстана. Атлантические циклоны смещались либо к северу, способствуя углублению околополярной депрессии, либо к югу, провоцируя циклогенез над Средиземным морем и нередко стационарируя в Восточной Европе. Ложбина располагалась над Сибирью. ПВФЗ в среднем располагалась севернее обычного. Наибольшие отклонения к северу (до 25°) отмечались над Восточной Европой. Зональный перенос в средней тропосфере практически повсеместно был ослаблен на 12–25 %. Исключением стали лишь высокие широты II ЕСР.

Выше нормы средняя температура воздуха за июль была на европейской территории России, на Кавказе, в Средней Азии и на большей части Казахстана. Холодная погода господствовала в Сибири и на западе Якутии. Июль в Сибири оказался холоднее июня. На Дальнем Востоке температура примерно соответствовала норме.

На европейской территории России, за исключением крайнего Севера, атмосферных осадков в целом за месяц оказалось в норме и более. На юге территории нормы осадков местами превышены более чем в три раза. На востоке ЕТР сохранилась засуха. На большей части Сибири осадков выпало меньше нормы, за исключением северных и южных районов. В Забайкалье месячная норма осадков превышена в три, а на юге Дальнего Востока, местами в Республике Якутия и Магаданской области – в два раза и более. Меньше нормы количество осадков было на большей части Казахстана и Средней Азии (лишь в отдельных районах Казахстана и Киргизии около нормы).

В августе мощные тропосферные гребни, формировавшиеся над Европой и Восточной Сибирью внесли немалый вклад в нарушение зональной циркуляции. Циклоническая деятельность преобладала над арктическими морями, Западной Сибирью и севером Казахстана, отрицательные аномалии геопотенциала преобладали на Дальнем Востоке. В Восточной Сибири отклонения ПВФЗ к северу достигли 15°. Зональный перенос в средней тропосфере был значительно интенсивнее обычного в высоких широтах I ЕСР (на 36 %) и ослаблен в умеренных широтах (на 25 %).

На большей части России, в Белоруссии и Молдове средняя за август температура воздуха превысила норму на 2–4°. Выше нормы средняя температура наблюдалась в Закавказье и на большей части Средней Азии. Несколько прохладнее обычного оказалось лишь на юго-востоке Уральского и юго-западе Сибирского федеральных округов, а также на Сахалине и Камчатке. Около нормы температура была в Казахстане.

На Европейской территории России август был сухим. В отдельных районах Южного федерального округа в течение месяца осадков не было. Только на севере ЕТР и в предгорьях Кавказа их выпало около нормы и более. На Урале, на севере и местами на юго-западе Сибири, на юге Красноярского края, в Хакасии, Тыве и Прибайкалье, а также на большей части Закавказья суммы осадков превысили норму. Почти отсутствовали осадки на большей части среднеазиатских республик, а в Казахстане они составили норму и более.

В целом в течение сезона наблюдались существенные колебания положения гребней и ложбин в средней тропосфере. В среднем ПФЗ имела отклонения к северу над Восточной Европой и Дальним Востоком, ее разрывы происходили в основном над Европой. В течение лета значения индекса NAO были положительными.

Лето в Восточной Европе оказалось теплым. Заметно теплее обычно было в северных районах Урала, Сибири и Якутии. В среднем за сезон температура воздуха выше нормы оказалась также на юго-востоке Сибири и на Чукотке. На остальной территории России средняя температура лета оказалась близкой к норме. В регионах Северного Кавказа лето 2018 г. второе самое теплое с 1891 года. Выше нормы температура была на большей части Закавказья, Средней Азии и на западе Казахстана.

Количество осадков за сезон превысило норму на севере и востоке Казахстана, местами в Киргизии и Таджикистане, в отдельных районах юга Сибири, на крайнем севере Сибири, на западе Якутии, в Забайкалье, на юге Хабаровского края. Дефицит осадков наблюдался в южной половине Восточной Европы, на западе Казахстана, на большей части Средней Азии, в центральных районах Красноярского края, на севере Дальнего Востока.

Анализ качества консенсусного прогноза на лето 2018 г.

Прогноз средней аномалии температуры воздуха оправдался на большей части территории стран-участников СЕАКЦ. В частности, КП правильно ориентировал потребителя на положительные аномалии температуры на большей части Восточной Европы и Средней Азии, юго-востоке Сибири, в Якутии, на западе Казахстана. Температурный режим «около нормы», как и прогнозировалось, наблюдался на востоке ЕТР, на Урале и юго-западе Сибири, на севере и востоке Казахстана, на крайнем северо-востоке России.

Прогноз сезонного количества осадков оправдался хуже. Расхождения в распределении осадков по фактическим и прогностическим данным отмечены на большей части Дальнего Востока. При этом реалистично воспроизведены засушливые условия на юге Восточной Европы, в Узбекистане, Туркменистане и Западном Казахстане.

Анализ качества консенсусного прогноза проведен также с применением количественных оценок. В [11] приведена схема сопоставления фактической и прогностической информации для консенсусного прогноза.

Оценки для всей территории, а также отдельно для региона Казахстана и Средней Азии, приведены в таблице.

Таблица. Оценки качества прогнозов температуры и осадков на лето 2018 года (%)*

Table. Skill scores of air temperature and precipitation forecasts for the summer of 2018 (%)

Район	Температура	Осадки
Северная Евразия	80	59
Россия, Беларусь, Молдова, Закавказье	78	56
Казахстан и Средняя Азия	85	67

Примечание. * При совпадении прогнозируемой и фактически наблюдавшейся градации успешность оценивалась как 100 %. Если прогноз и факт отличались на один смежный класс, то прогнозу присваивалась оценка 50 %. В случае предсказания градации, обратной наблюдавшейся, прогнозу присваивалась оценка 0 %. Общая оценка прогноза – средняя успешность по всем узлам сетки с коэффициентами $\cos(\theta)$, где θ – широта в узле сетки.

Заключение

В работе проведен анализ консенсусного прогноза, составленного в ходе 14-й сессии СЕАКОФ. Оценивались инерционные характеристики подстилающей поверхности и прогнозы атмосферной циркуляции. Анализировалось состояние атмосферных мод климатической изменчивости в прогностический период. Приведена формулировка консенсусного прогноза климатических условий на лето 2018 г. Рассмотрены фактические особенности атмосферной циркуляции и климатических характеристик летнего сезона 2018 г. над территорией Северной Евразии. Проведен качественный и количественный анализ успешности консенсусного прогноза. Оценки прогноза температуры воздуха достаточно высокие и существенно выше, чем оценки прогноза осадков.

По итогам предыдущего (13-го) форума СЕАКЦ было принято решение о проведении на регулярной основе оценивания успешности консенсусных прогнозов для всей территории Северной Евразии и отдельно по регионам СНГ. Согласно принятому решению, в данной работе в дополнение проведена оценка отдельно для европейской и азиатской

территорий Северной Евразии. Для получения более надежных статистических выводов об успешности консенсусных прогнозов проводится работа по оцифровке прогнозов с 2011 года.

Также для развития сезонного прогнозирования разрабатываются подходы для создания объективных методов комплексации прогнозов. При этом экспертная оценка по-прежнему необходима для анализа текущих климатических условий, оценки дальних статистических связей, а также для обоснования преимуществ и ограничений используемых моделей.

Работа по оценке состояния атмосферных мод климатической изменчивости в прогностический период выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант №17-05-01227).

Анализ инерционных характеристик подстилающей поверхности выполнен при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант №17-05-41043).

Список литературы

1. Бардин М.Ю., Платова Т.В., Самохина О.Ф. Особенности наблюдаемых изменений климата на территории Северной Евразии по данным регулярного мониторинга и возможные их факторы // Труды Гидрометцентра России. 2015. Вып. 358. С. 13-35.
2. Вильфанд Р.М., Мартазинова В.Ф., Целев В.Ю., Хан В.М., Мироничева Н.П., Елисеев Г.В., Иванова Е.К., Тищенко В.А., Уткузова Д.Н. Опыт комплексирования синоптико-статистических и гидродинамических прогностических систем // Метеорология и гидрология. 2017. № 8. С. 5-17.
3. Груза Г.В., Ранькова Э.Я. Динамические климатические нормы температуры воздуха // Метеорология и гидрология. 2012. № 12. С. 5-18.
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. Куликова И.А., Круглова Е.Н., Киктев Д.Б. Крупномасштабные моды атмосферной изменчивости. Часть 2. Их влияние на пространственное распределение температуры и осадков на территории Северной Евразии // Метеорология и гидрология. 2015. № 4. С. 5-16.
6. 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.
7. Тищенко В.А., Хан В.М., Толстых М.А., Круглова Е.Н., Куликова И.А., Гельфан А.Н. Применение статистической коррекции для детерминистских месячных и сезонных прогнозов температуры воздуха и осадков по модели ПЛИАВ для отдельных районов России // Труды Гидрометцентра России. 2015. Вып. 358. С. 121-132.
8. Толстых М.А., Киктёв Д.Б., Зарипов Р.Б., Зайченко М.Ю., Шашкин В.В. Воспроизведение атмосферной циркуляции на сезонных масштабах новой версией полулагранжевой модели атмосферы // Известия РАН. ФАО. 2010. Т. 46, № 2. С. 149-160.
9. 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.
10. 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.

11. Хан В.М., Куликова И.А., Тищенко В.А., Круглова Е.Н., Целев В.Ю. Составление консенсусных метеорологических прогнозов на сезон в рамках СЕАКОФ на примере зимы 2017/2018 гг. // Гидрометеорологические исследования и прогнозы. 2018. № 4 (370). С. 88-104.

12. Целев В.Ю., Хан В.М. Вероятностное представление долгосрочных метеорологических прогнозов, разработанных синоптическими методами // Метеорология и гидрология. 2015. № 4. С. 17-31.

13. Adrian E., Oludhe C., Ganranganga B.J. et al. Regional Climate Information for RiskManagement // Procedia Environmental Sciences. 2010. Vol. 1. P. 369-383. Doi:10.1016/j.proenv.2010.09.024.

14. Coelho C.A.S., Firpo M.A.F., Maia A.H.N., MacLachlan C. Exploring the feasibility of empirical, dynamical and combined probabilistic rainy season onset forecasts for São Paulo, Brazil // Int. J. Clim. 2017. Vol. 37, S1. P. 398-411.

15. Coelho C.A.S. Comparative skill assessment of consensus and physically based tercile probability seasonal precipitation forecasts for Brazil // Meteorological Applications. 2013. Vol. 20. P. 236-245.

16. Graham R., Colman A., Vellinga M., Wallace E. Use of dynamical seasonal forecasts in the consensus outlooks of African Regional Climate Outlook Forums (RCOFs) // Proceedings of ECMWF Seminar on Seasonal Prediction, 3-7 September 2012. P. 237-256.

References

1. Bardin M.Yu., Platova T.V., Samokhina O.F. Climate change characteristic features on the territory of Northern Eurasia based on the routine climate monitoring and possible factors. *Trudy Gidromettsentra Rossii* [Proceedings of the Hydrometcentre of Russia], 2015, vol. 358, pp. 19-35. [in Russ.].

2. Vil'fand R.M., Martazinova V.F., Tsepelev V. Yu., Khan V.M., Mironicheva N.P., Eliseev G.V., Ivanova E.K., Tishchenko V.A., Utkuzova D.N. Integration of synoptic and hydrodynamic monthly air temperature forecasts. *Russ. Meteorol. Hydrol.*, 2017, vol. 42, no. 8, pp. 458-493. DOI: 10.3103/S1068373917080015.

3. Gruza G.V., Ran'kova E.Ya. Dynamic normals of surface air temperature. *Russ. Meteorol. Hydrol.*, 2012, vol. 37, no. 11-12, pp. 717-727. DOI: 10.3103/S1068373912110052.

4. Kiktev D.B., Khan V.M., Kryzhov V.N., Zaripov R.B., Kруглова 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. Kulikova I.A., Kруглова E.N., Kiktev D.B. Large-scale modes of atmospheric variability. Part II. The impact on the spatial distribution of temperature and precipitation on the territory of Northern Eurasia. *Russ. Meteorol. Hydrol.*, 2015, vol. 40, no. 4, pp. 223-230, doi: 10.3103/S1068373915040019.

6. Mirvis V.M., Meleshko V.P. Current Status and further development of monthly and seasonal weather prediction. *Trudy GGO* [Proceedings of Voeikov Geophysical Observatory], vol. 558, pp. 3-40. [in Russ.].

7. Tishchenko V.A., Khan V.M., Tolstykh M.A., Kруглова E.N., Kulikova I.A., Gelfan A.N. Application of statistical correction for deterministic monthly and seasonal PLAV model forecasts of air temperature and precipitation for some regions of Russia. *Trudy Gidromettsentra Rossii* [Proceedings of the Hydrometcentre of Russia], 2015, vol. 358, pp. 121-132. [in Russ.].

8. Tolstykh M. A., Kiktev D. B., Zaripov R. B., Zaichenko M. Yu., Shashkin V. V. Simulation of the Seasonal Atmospheric Circulation with the New Version of the Semi-Lagrangian Atmospheric Model. *Izvestiya, Atmospheric and Oceanic Physics*, 2010, vol. 46, no. 2, pp. 133-143, DOI: 10.1134/S0001433810020015.

9. Khan V.M. Activity of the North-Eurasian Climate Center (NEACC) and the North Eurasian Climate Outlook Forum (NEACOF) 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.].

10. Khan V.M. The concept of WMO Regional Climate Outlook Forum and the contribution of North Eurasia Climate Outlook Forum to its implementation. *Trudy Gidrometsentra Rossii [Proceedings of the Hydrometcentre of Russia]*, 2017, vol. 366, pp. 5-13. [in Russ.].
11. Khan V.M., Kulikova I.A., Tishchenko V.A., Kruglova E.N., Tsepelev V.Yu. Consensus meteorological seasonal forecasting within NEACOF activity: a case study for winter 2017/2018. *Gidrometeorologicheskie issledovaniya i prognozy [Hydrometeorological Research and Forecasting]*, 2018, vol. 370, pp. 88-104. [in Russ.].
12. Tsepelev V.Yu., Khan V.M. Probabilistic representation of long-range weather forecasts worked out using the synoptic methods. *Russ. Meteorol. Hydrol.*, 2015, vol. 40, no. 4, pp. 231-241. DOI: 10.3103/S1068373915040020.
13. Adrian E., Oludhe C., Ganranganga B.J. et al. Regional Climate Information for RiskManagement. *Procedia Environmental Sciences*, 2010, vol. 1, pp. 369-383, doi: 10.1016/j.proenv.2010.09.024.
14. Coelho C.A.S., Firpo M.A.F., Maia A.H.N., MacLachlan C. Exploring the feasibility of empirical, dynamical and combined probabilistic rainy season onset forecasts for São Paulo, Brazil. *Int. J. Clim.*, 2017, vol. 37, no. S1, pp. 398-411.
15. Coelho C.A.S. Comparative skill assessment of consensus and physically based tercile probability seasonal precipitation forecasts for Brazil. *Meteorological Applications*, 2013, vol. 20, pp. 236-245.
16. Graham R., Colman A., Vellinga M., Wallace E. Use of dynamical seasonal forecasts in the consensus outlooks of African Regional Climate Outlook Forums (RCOFs). *Proceedings of ECMWF Seminar on Seasonal Prediction*, 3-7 September 2012, pp. 237-256.

Поступила в редакцию 13.02.2019 г.

Received by the editor 13.02.2019.