



МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ
И ЭКОЛОГИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ И МОНИТОРИНГУ
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

(Росгидромет)

РУКОВОДИТЕЛЬ

Нововаганьковский пер., д. 12
Москва, ГСП-3, 125993
МОСКВА РОСГИМЕТ
Тел. 8(499) 252-14-86, факс: 8 (499) 795-23-54

18 ДЕК 2023

№ 01-12/03/23а

На № _____

Решение ЦМКП

Руководителям организаций
и учреждений Росгидромета

Членам ЦМКП

**Решение Центральной методической комиссии
по гидрометеорологическим и гелиогеофизическим прогнозам
от 22 ноября 2023 г.**

Центральная методическая комиссия по гидрометеорологическим и гелиогеофизическим прогнозам (ЦМКП), заслушав и обсудив доклады представителей Росгидромета, ФГБУ «Гидрометцентр России», ФГБУ «ГГО», ФГБУН «ИВМ РАН», ФГБУН «ИФА РАН», ФГБУН «ИВМиМГ СО РАН», ФГБУ «НИЦ «Планета», ФГБУ «Дальневосточное УГМС» приняла следующие решения:

1. Система сезонного метеорологического прогноза на базе модели INM-CM5 (ФГБУ «Гидрометцентр России», В.М. Хан, Ю.Д. Реснянский, В.А. Тищенко, Е.Н. Круглова, А.В. Субботин, ФГБУН «ИВМ РАН», Е.М. Володин, А.С. Грицун, В.В. Воробьева, М.А. Тарасевич)

1.1. ЦМКП отмечает, что:

Система сезонного метеорологического прогноза на базе модели INM-CM5 разработана ФГБУ «Гидрометцентр России» совместно с ФГБУН «ИВМ РАН» в рамках реализации проекта ВИП ГЗ. Основными блоками модели являются: блок динамики атмосферы, аэрозольный блок, блок динамики океана, дополненный блоком динамики и термодинамики морского льда. Разрешение в атмосферном блоке составляет $2 \times 1.5^\circ$ по долготе и широте, 73 σ -уровня до высоты порядка 60 км, в океанском блоке $0.5 \times 0.25^\circ$ по долготе и широте и 40 σ -уровней по вертикали. Начальные состояния атмосферы, океана и суши для сезонных прогнозов задаются в терминах аномалий. Для построения начальных состояний на дату старта прогноза используются ежедневные данные реанализа ERA5 для атмосферы и деятельного слоя суши, а также анализа SODA3.4.2 и GODAS HMC для океана и морского льда. Ансамбль начальных состояний получен путём

внесения в начальное состояние температуры воздуха на всех σ -уровнях модели в каждой точке модельной сетки гладкого длинноволнового возмущения.

Качество системы сезонного метеорологического прогнозирования на основе модели INM-CM5 оценивалось по результатам испытаний, проведенных для периода 2021-2023 гг. Оценки успешности ансамблевых сезонных вероятностных и детерминистских прогнозов основных метеорологических элементов по территории Земного шара по отдельно взятым регионам сопоставимы с оценками успешности ансамблевых прогнозов зарубежных метеоцентров, участвующих в проекте LC MME-WMO, что является свидетельством о соответствии разработанной Системы сезонного метеорологического прогноза на базе модели INM-CM5 мировому уровню.

1.2. ЦМКП считает целесообразным:

- одобрить работу по созданию в ФГБУ «Гидрометцентр России» совместно с ФГБУН «ИВМ РАН» технологии глобального ансамблевого прогноза на сезонных временных масштабах на основе климатической модели INM-CM5.

1.3. ЦМКП рекомендует:

- внедрить в прогностическую работу ФГБУ «Гидрометцентр России» и Северо-Евразийского климатического центра Систему сезонного метеорологического прогноза на базе модели INM-CM5 наряду с использованием ранее внедренных отечественных технологий глобальных сезонных прогнозов ФГБУ «Гидрометцентр России» и ФГБУ «ГГО»;

- включить «Метод сезонных прогнозов температуры поверхности океана и состояния морского льда на базе модели INM-CM5» в план производственных испытаний (первая часть «Плана испытаний Росгидромета») 2024 года с представлением результатов ЦМКП в первом квартале 2024 года.

2. Метод сверхдолгосрочного прогнозирования состояния климатической системы на основе климатической модели ИВМ РАН INM-CM5 и системы подготовки данных Гидрометцентра России (ФГБУ «Гидрометцентр России», Ю.Д. Реснянский, В.А. Тищенко, В.М., ФГБУН «ИВМ РАН», Е.М. Володин, А.С. Грицун, В.В. Воробьева, М.А. Тарасевич).

2.1. ЦМКП отмечает, что:

В ФГБУ «Гидрометцентр России» совместно с ФГБУН «ИВМ РАН» разработан метод глобального ансамблевого сверхдолгосрочного прогноза (от 1 года до 5 лет) на базе глобальной климатической модели INM-CM5 и системы генерации ансамбля начальных состояний. Основными компонентами модели являются: блок динамики атмосферы, аэрозольный блок, блок динамики океана, дополненный блоком динамики

и термодинамики морского льда. Модель участвует в международной программе по сравнению климатических моделей CMIP6.

Для построения начальных состояний на дату старта прогноза используются данные реанализа ERA40, ERA5 для атмосферы и деятельного слоя суши, а также анализов ORAS5, SODA3.4.2 и GODAS HMC для океана и морского льда. Ансамбль начальных состояний (15 членов ансамбля) получен путём внесения в начальное состояние температуры воздуха на всех σ -уровнях модели в каждой точке модельной сетки гладкого длинноволнового возмущения с амплитудой 0.1 К.

Расчеты с моделью INM-CM5 проводятся на высокопроизводительном вычислительном комплексе (ВБК) Cray XC40. На 720 ядрах расчет 1 члена ансамбля сверхдолгосрочного прогноза на 5 лет выполняется 36 часов.

Испытания сверхдолгосрочного ансамблевого прогноза полей среднегодовых аномалий и средних аномалий за 5 лет для давления на уровне моря, высоты геопотенциала на уровне 500 гПа, температуры у земной поверхности, осадков на основе модели INM-CM5 были произведены для периода с 1960 по 2020 гг.

В период испытаний производилось сравнение успешности прогнозов по модели INM-CM5 с успешностью прогнозов зарубежных метеоцентров, участвующих в проекте BMO ADCP (Annual to Decadal Climate Prediction, (<https://public.wmo.int/en/our-mandate/climate/global-annual-decadal-climate-update>) по внутридекадным климатическим прогнозам.

Отмечена достаточно высокая надежность функционирования созданной технологии ансамблевых сверхдолгосрочных прогнозов на базе модели INM-CM5. Результаты испытаний демонстрируют, что уровень успешности климатических прогнозов, выпущенных по методу сверхдолгосрочного прогнозирования состояния климатической системы на основе климатической модели ИВМ РАН INM-CM5 и системы подготовки данных Гидрометцентра России, в целом сопоставим с успешностью прогнозов мировых прогностических центров, участвующих в проекте BMO ADCP.

2.2. ЦМКП считает целесообразным:

- одобрить работу ФГБУ «Гидрометцентр России» и ФГБУН «ИВМ РАН» по разработке метода сверхдолгосрочного прогнозирования состояния климатической системы на основе климатической модели ИВМ РАН INM-CM5 и системы подготовки данных Гидрометцентра России.

2.3. ЦМКП рекомендует:

- внедрить разработанный «Метод сверхдолгосрочного прогнозирования состояния климатической системы на основе климатической модели ИВМ РАН INM-CM5 и системы подготовки данных Гидрометцентра России» в оперативную практику ФГБУ «Гидрометцентр России» и Северо-Евразийского климатического

центра в качестве основного метода прогнозирования состояния климатической системы на срок до 5 лет.

3. Технология детализированных по времени ансамблевых долгосрочных прогнозов с еженедельной дискретностью выпуска на основе модели ПЛАВ072L96 (ФГБУ «Гидрометцентр России», ФГБУН «ИВМ РАН», М.А. Толстых, Р.Ю. Фадеев, В.В. Шашкин, С.В. Травова, Р.Б. Зарипов, В.Г. Мизяк, В.С. Рогутов, И.А. Куликова, Е.Н. Круглова).

3.1. ЦМКП отмечает:

В ФГБУ «Гидрометцентр России» совместно с ФГБУН «ИВМ РАН» разработана глобальная полулагранжева конечно-разностная модель для долгосрочного прогноза (ПЛАВ072L96). Разрешение модели составляет 0,9 градуса по долготе и 0,72 градуса по широте, 96 уровней по вертикали (верхний расчетный уровень модели расположен на 0,05 гПа). Модель ПЛАВ072L96 представляет собой усовершенствованную версию глобальной оперативной модели долгосрочного прогноза ПЛАВ2008. В сравнении с ПЛАВ2008 существенно повышено горизонтальное и вертикальное разрешение модели, а также внедрены новые физические параметризации.

В качестве начальных данных при расчете прогнозов модели ПЛАВ072L96 используются поля оперативного объективного анализа ФГБУ «Гидрометцентр России» на стандартных изобарических поверхностях с горизонтальным разрешением 0,5 градусов по долготе и широте, поля объективного анализа температуры и относительной влажности на уровне 2 м и в почве собственной разработки, а также поля объективного анализа NSER для высоты снежного покрова и температуры поверхности океана. Для расчета ретроспективных прогнозов калибровочного ансамбля для модели ПЛАВ072L96 используются данные реанализа ERA-5. Модель работает на ВВК Cray XC40 ГВЦ Росгидромета. Время расчета прогноза на 4 месяца одного участника ансамбля составляет 75 мин на 128 процессорных ядрах. Испытания показали надежность созданной вычислительной технологии.

Модель ПЛАВ072L96 работает в режиме реального времени с конца января 2022 года. В рамках испытаний рассчитывались оценки выпускаемых еженедельно долгосрочных прогнозов на основе модели ПЛАВ072L96 за период с конца января по август 2023 г, а также оценки ретроспективных прогнозов за период 1991-2014 гг. за соответствующие даты года.

Оценки прогнозов на первую неделю (со 2-го по 8-й дни прогноза) показывают наиболее заметное преимущество модели ПЛАВ072L96. Далее преимущество в оценках прогнозов по неделям постепенно уменьшается и на 4-ю неделю практически отсутствует.

Оценки прогнозов на месяц: для всех оцениваемых величин во всех регионах, кроме высоты поверхности 500 гПа (H500) и давления на уровне моря (MSLP) в тропиках, MSLP и температуры поверхности 850 гПа (T850) в южном полушарии среднеквадратические ошибки модели ПЛАВ072L96 меньше, чем ПЛАВ2008. Значения коэффициента корреляции всех рассматриваемых величин и регионов выше для модели ПЛАВ072L96, для

некоторых величин - заметно. Особенно выделяется повышение этого показателя в тропиках и в оценках для давления на уровне моря. Однако лишь для давления на уровне моря в тропиках в ПЛАВ072L96 превышен порог практической полезности прогноза (0.6). Модель ПЛАВ072L96 характеризуется более высокими значениями показателей ROCA градации выше нормы и ROCA градации ниже нормы, хотя разница для большинства величин и внетропических регионов невелика. Различия в качестве прогнозов между двумя версиями модели статистически значимы.

Анализ аналогичных оценок для прогноза на месяц с двухнедельной заблаговременностью показывает, что при общем снижении показателей успешности прогнозов все закономерности сохраняются и различия между двумя версиями модели становятся менее заметными.

3.2. ЦМКП считает целесообразным:

- одобрить работу ФГБУ «Гидрометцентр России» и ФГБУН «ИВМ РАН» по разработке «Технологии детализированных по времени ансамблевых долгосрочных прогнозов с еженедельной дискретностью выпуска на основе модели ПЛАВ072L96».

3.3. ЦМКП рекомендует:

- внедрить модель ПЛАВ072L96 в ФГБУ «Гидрометцентр России» и Северо-Евразийском климатическом центре в качестве основного метода субсезонного прогнозирования с недельной дискретностью;

- внедрить модель ПЛАВ072L96 в ФГБУ «Гидрометцентр России» и Северо-Евразийском климатическом центре при построении мультимодельных ансамблей сезонных прогнозов Росгидромета;

- модель ПЛАВ2008 вывести из эксплуатации;

- авторам продолжить работы по развитию совместной модели атмосферы, океана и морского льда на основе модели ПЛАВ072L96.

4. Рассмотрение решений Ученых и Технических советов.

4.1. Технология оценки интенсивности осадков по данным геостационарных и высокоэллиптических КА на основе нейронных сетей в Дальневосточном регионе (ФГБУ «НИЦ «Планета», А.И. Андреев, А.А. Филей).

Решение Технического совета ФГБУ «Дальневосточное УГМС» от 10 октября 2023 г.:

- внедрить в оперативную работу ФГБУ «Дальневосточное УГМС» в качестве вспомогательного материала.

4.2. Методика идентификации гроз по данным грозорегистрационной сети на Дальнем Востоке (ФГБУ «НИЦ «Планета», В.В. Савченко, М.О. Кучма).

Решение Технического совета ФГБУ «Дальневосточное УГМС» от 10 октября 2023 г.:

- внедрить в оперативную работу ФГБУ «Дальневосточное УГМС» в качестве вспомогательного материала.

4.3. ЦМКП считает целесообразным:

- одобрить работу филиала ФГБУ «НИЦ «Планета» по разработке новых технологий;

- утвердить и согласиться с решениями Технического совета ФГБУ «Дальневосточное УГМС».

5. В целях совершенствования диагностики осадков по результатам дистанционного зондирования атмосферы УГСН Росгидромета (Ю.Л. Цыба) совместно с ФГБУ «НИЦ «Планета» и ФГБУ «ЦАО» подготовить предложения о комплексации методов идентификации и оценки интенсивности осадков по данным а). геостационарных и полярно-орбитальных космических аппаратов, б). МРЛ. Подготовить предложения о проведении оперативных испытаний комплексного метода – март 2024 г.

6. ФГБУ «Гидрометцентр России» совместно с ФГБУ Росгидромета подготовить информацию а). о количестве внедренных по решению ЦМКП методов гидрометеорологических прогнозов (основных, вспомогательных, консультативных), а также б). о количестве методов, выведенных из оперативной эксплуатации (за период 2020-2023 гг) – март 2024 г.



И.А. Шумаков