

# РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

## ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ И МОНИТОРИНГУ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ (РОСГИДРОМЕТ)

ТЕХНИЧЕСКИЙ ОТЧЕТ ВМО ПО РАЗВИТИЮ ГЛОБАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ  
ОБРАБОТКИ ДАННЫХ И ПРОГНОЗИРОВАНИЮ (ГСОДП) ЗА 2017 г.

31.07.2018

Страна: Российская Федерация

Центр: ММЦ/РСМЦ, Москва,

### 1. Обзор основных результатов ММЦ/РСМЦ Москва

#### *Введены в оперативный режим:*

~~- Версии COSMO-Ru2 с шагом сетки 2.2 км для различных доменов в пределах Европейской части России;~~

~~- система еженедельного выпуска прогнозов с недельной и месячной детализацией до 60 суток на основе глобальной полулагранжевой модели Гидрометцентра России и РАН (модель ПЛАВ-2008, 20 членов ансамбля) и ГГО (модель T42L14 - 10 членов ансамбля)~~

~~- новая версия глобальной спектральной модели T339L31 (шаги гауссовой сетки приблизительно 32 км), выпускающая прогнозы до 240 часов;~~

~~- версии региональной мезомасштабной модели COSMO-Ru с шагом горизонтальной сетки 2,2 км, включающие непрерывные циклы усвоения данных по схеме «подталкивания» (nudging); для Центрального федерального округа России (COSMO-Ru2CFO), Татарстана (COSMO-Ru2VFO) и Северного Кавказа с прилегающей акваторией Черного моря (COSMO-Ru2SFO), «вложенные» в область интегрирования COSMO-Ru7 (шаг 7x7 км) для территории Восточной Европы и Европейской России, Урала и западной части Западной Сибири, выпуск прогнозов до 42-48 часов;~~

~~- версия региональной мезомасштабной модели COSMO-Ru с шагом горизонтальной сетки 13.2 км для Европы и Северной части Азии, покрывающая всю территорию России, прилегающие регионы и акватории (COSMO-Ru13-ENA);~~

~~- глобальная еженедельная система выпуска сезонных прогнозов с недельной дискретизацией на срок до 45 суток на основе глобальной модели Гидрометцентра России и РАН (модель ПЛАВ-2008, 20 членов ансамбля) и ГГО (модель T42L14 - 10 членов ансамбля);~~

#### *Введены в квази-оперативный экспериментальный режим:*

Formatted: Pattern: Clear (White)

Formatted: Font: 12 pt, Bold, Italic, Font color: Auto, Complex Script Font: 10 pt

Formatted: Font color: Red

Formatted: Body Text, Indent: Before: 0 cm, First line: 0 cm, Space After: 0 pt

Система статистического радарного наукастинга на основе ансамблей по-  
лаговых регрессионным итерациям по территории Центрального федерального округа  
(ЦФО) России на сетке 2x2 км с обновлением продукции каждые 10 мин с  
прогностическим периодом 2 часа 30 мин;

версия региональной мезомасштабной модели COSMO-Ru с шагом  
горизонтальной сетки 1,1 км для курортной зоны Сочи, включая побережье и горные  
области, вытекающая прогнозы до 24 часов;

- чет модельн глубокого океана с вложенным слоем перемешивания для  
сезонного прогнозирования состояния атмосферы;

- система непрерывного усвоения радарной метеорологической информации, ю,  
на основе схемы «подталкивания» в технологии COSMO-Ru2.

Formatted: Not Highlight

Formatted: Pattern: Clear (White)

Formatted: Not Highlight

Formatted: Not Highlight

Formatted: Not Highlight

Formatted: Not Highlight

Formatted: Not Highlight

Formatted: Font color: Red,  
Strikethrough

Formatted: Russian, Not Highlight

Formatted: Russian

## 2. Используемое оборудование:

1) Кластер XSK "Tornado": 96 узлов, Infiniband, каждый узел: 16 процессоров (2 x  
8 ядер) Intel Xeon E5-2690 2.9 ГГц;

2) Кластер ICEX: 30 узлов, Infiniband, каждый узел: 2 процессора (2 x 10 ядер)  
Intel Xeon E5-2670-v2 2.5 ГГц;

3) Автономный АСОИИ сервер-1: 32 процессора (4 x 8 ядер) Intel Xeon E7-4830:  
32 процессора (4 x 8 ядер), 2,13 ГГц, память 256 Гб, диски 16 x 1 Тб Ethernet 2 x  
1 GbE, IPMI, ОС LINUX (Автономный сервер-1 системы автоматизированной  
обработки информации);

4) Intel Xeon E7-4830: Автономный АСОИИ сервер-2: 32 процессора (4 x 8  
ядер) Intel Xeon E7-4830-2,13 ГГц, память 256 Гб, диски 16 x 1 Тб Ethernet 2 x 1  
GbE, IPMI, ОС LINUX (Автономный сервер-2 системы автоматизированной обработки  
информации);

Formatted: Russian

5) Автономный АСОИИ сервер-3: 32 процессора (4 x 8 ядер) Intel Xeon E5-4650  
2,70 ГГц, 32 процессора (4 x 8 ядер) память 1024 Гб, диски 5 x 3 Тб Ethernet 2 x 1  
GbE, IPMI, ОС LINUX (Автономный сервер-3 системы автоматизированной обработки  
информации);

4) Кластер XSK "Tornado": 96 узлов, Infiniband, каждый узел: 16 процессоров (2 x  
8 ядер) Intel Xeon E5-2690 2.9 ГГц;

5) Кластер ICEX: 30 узлов, Infiniband, каждый узел: 2 процессора (2 x 10 ядер)  
Intel Xeon E5-2670 v2 2.5 ГГц;

6) Общая дисковая система хранения данных для кластеров составляет 210 Тб;

7) У каждого из Автономных АСОИИ серверов своя локальная дисковая система  
хранения.

## 3. Используемые данные и продукция, поступающие из ГСТ и других систем связи ВМО:

Данные наблюдений

(среднее количество телеграмм в сутки)

ММЦ/ПСМЦ Москва

Formatted: Font color: Red

Кодовая форма	Среднее количество телеграмм в сутки
SYNOP+SHIP	128 000
TEMP	6 500
PILOT	1 650
AMDAR	58 000
AIREP	4 000
SATEM	12 000
SATOB	580 000
BUOY	2 300
BUFR-SYNOP	127 000
BUFR-TEMP	800
BUFR-AMDAR(ASDAR)	700 000

Дополнительно используется разнородная информация, получаемая со спутников, микроволновые AMSU-A и MHS, радиозатменные COSMIC, GRAS и GRACE, скаттерометрические ASCAT и OSCAT, ветровые по движению облаков и полям влажности AMV-Geo, AMV-Polar и AMV-LeoGeo общим объемом 6,7 Г#Б в сутки.

#### Продукция численных прогнозов погоды, получаемая ММЦ/РСМЦ Москва:

ЕЦСПП Рединг (анализы и прогнозы основных метеополей: GRIB2 0.5°x0.5°);

РСМЦ Экзетер (анализы и прогнозы метеополей расширенной номенклатуры: GRIB1 2.5°x2.5°, GRIB2 1°x1°, прогностические карты для Европы: цифровое факсимиле);

РЦМЦ Токио (анализы и прогнозы основin the data basisовных метеополей: GRIB1 1.25° ~~тонкие~~);

РСМЦ Оффенбах (прогностические карты: цифровое факсимиле), Интернет (FTP): GRIB 0.25°x0.25°; GRIB 20x20 км – продукция системы глобального прогноза метеослужбы Германии с шагом горизонтальной сетки 20 км по области расчета COSMO-Ru для задания начальных и боковых условий COSMO-Ru7 и COSMO-RuSib;

ММЦ Вашингтон: Интернет (FTP): анализы и прогнозы метеополей расширенной номенклатуры GRIB 1°x1°, 0.5°x0.5°; 0.25x0.25°;

РСМЦ Новосибирск: сайт Западно-Сибирского НИИ: карты в графических форматах ~~всех~~ прогностических технологий РСМЦ Новосибирск (в первую очередь— ~~регионального прогноза COSMO-Ru7 и COSMO-RuSib~~);

РСМЦ Хабаровск: продукция системы регионального мезомасштабного прогноза для Дальнего Востока и морей Тихого океана.

#### 4. Система прогнозирования

Глобальная прогностическая система ММЦ/РСМЦ Москва состоит из следующих блоков:

А - прием, декодирование, первичный контроль и размещение информации наблюдений в специализированных базах данных;

Б - системы усвоения данных и объективного анализа;

Formatted: Font color: Auto

Formatted: Russian

Formatted: Strikethrough, Highlight

Formatted: Strikethrough

Formatted: Font color: Auto

Formatted: Highlight

В - глобальные модели атмосферы и размещение их результатов в базах данных;

Г – системы интерпретации результатов вычислений;

Д - формирование продукции прогностических моделей для передачи в ГСТ и на ftp-серверы.

Система прогнозирования по ограниченным территориям ММЦ/РСМЦ Москва состоит из следующих блоков:

А – системы получения и контроля стартовой информации

Б – модели атмосферы по ограниченным территориям

В – системы автоматизированной визуализации и подготовки данных для распространения пользователям.

#### 4.1 Временной график и периоды прогноза:

Базовыми исходными сроками системы прогнозирования (глобальные модели ПЛАВ2008, ПЛАВ20, Т339L31 ~~и T169L31~~, региональная модель Гидрометцентра России МЛр/б являются 00 и 12 ВСВ, системы объективного анализа, модели ПЛАВ и COSMO-Ru функционируют дополнительно для сроков 06 и 18 UTC.

Formatted: Russian

ПЛАВ: по исходным данным за 00 ВСВ: до 120 часов (время готовности 04.30 ВСВ), по сроку 12 ВСВ: до 240 ч (время готовности 16.50 ВСВ), информация предоставляется с шагом по заблаговременностям 3 часа до 72 часов, далее с шагом в 6 часов до заблаговременности 120 часов, далее с шагом 12 часов. Технология включает дополнительные процедуры усвоения данных для поверхности суши.

~~Модель считается 4 раза в сутки.~~

~~T339L31: по исходным данным за 00 ВСВ: до 78 часов (время готовности 5.30 ВСВ), по сроку 12 ВСВ: до 240 ч (время готовности 19 ВСВ), информация предоставляется с шагом по заблаговременностям 6 часов.~~

~~T169L31 (резервирует T339L31): аналогично T339L31.~~

Formatted: Russian

Formatted: Russian

Технология регионального прогнозирования COSMO-Ru7: по начальным данным 00 и 12 ВСВ до 78 ч, для сроков 06 и 18 ВСВ - до 48 часов. Шаг по заблаговременностям прогнозов для метеограмм 1 час, для формирования GRIB – 3 часа, время готовности 4.00, 10.00, 16.00, 22.00 ВСВ). Технологии COSMO-Ru2: для центральных областей Европейской России, для региона Северного Кавказа, для ~~Региона~~—Татарстана:- по начальным данным 00, 06, 12, 18 ВСВ до 48 часов, ~~детализация выходной продукции шаг по заблаговременностям предоставляемых пользователям прогнозов на для метеограммах~~ 1 час, для формирования GRIB – 1 час.

Formatted: Indent: First line: 1.25 cm

Региональная модель Гидрометцентра России МЛр/б: ~~с версиями~~ для Европы, Европейской территории России, Сибири ~~и Дальнего Востока~~ -по исходным данным за 00 и 12 ВСВ - до 48 ч (время готовности 4.00 ВСВ и 16.00 ВСВ). Информация предоставляется в графическом виде с ~~детализацией выходной продукции шагом по заблаговременностям~~ 1 час.

Formatted: Not Highlight

~~В настоящее время модель внедрена для Дальневосточного региона (Хабаровский край, Приморская область, Якутия).~~

Негидростатическая мезомасштабная модель Гидрометцентра России с шагом сетки 10x10 км для регионов Московской и Ленинградской областей и для территории Беларуси. Заблаговременность: до 48 ч. Шаг по времени выходной продукции 1 час. Время готовности- 5.15, 17.15 для Москвы, 5.30 и 17.30 для Санкт-Петербурга и Минска.

Система кратко- и среднесрочного ансамблевого прогноза – до 240 часов: один раз в сутки по начальным данным за 12 ~~час.~~ ВСВ ~~с детализацией выходной продукции~~ ~~с шагом по времени~~ 6 час.

Formatted: Not Highlight

Formatted: Strikethrough

Formatted: Strikethrough

Системы долгосрочного прогноза – 1 раз в месяц, за 1 день до начала следующего месяца.

Гидродинамико-статистические прогнозы средних месячных аномалий значений приземной температуры воздуха для пунктов метеостанций по территории бывшего СССР выпускаются в конце каждого месяца с нулевой заблаговременностью.

Formatted: Font: Not Bold, Not Italic, Font color: Auto

Formatted: Font color: Auto

|



**Formatted:** Font color: Auto, Russian

## 4.2. Системы среднесрочного прогнозирования (4 – 10 суток)

### 4.2.1. Усвоение данных, объективный анализ и инициализация

#### 4.2.1.1. В оперативном режиме:

Глобальная система усвоения данных ММЦ/РСМЦ Москва (Гидрометцентра России):

- Цикличность:
  - система усвоения - 4 раза в сутки по срокам наблюдений: 00, 06, 12, 18 ВСВ.
- Объективный анализ с использованием полей первого приближения РСМЦ Экзетер и ММЦ Вашингтон – 4 раза в сутки по срокам наблюдений 00, 06, 12, 18 ВСВ;
  - Метод анализа: система усвоения 3D-Var ~~6~~
- Продукция:  $P_0$ ,  $T_2m$ ,  $Td_2m$ ,  $T_s$ ,  $T_{sea}$ ,  $V_{10m}$ , балл общей облачности, высота снежного покрова, ~~температура поверхности океана~~, геопотенциальные высоты, температура и влажность воздуха на 38 стандартных изобарических поверхностях ~~ей, скорость ветра, температура и влажность воздуха~~ (от 1075 гПа до 0.5 гПа) на широтно - долготной сетке  $0.5^\circ \times 0.5^\circ$  с разрешением поля инкрементов 55 км.
- ~~Проходит оперативные испытания схема глобального анализа 3D-Var с разрешением поля инкрементов 55 км.~~

Система 3D-Var использует следующие виды метеорологических наблюдений:

Традиционные контактные (приземные, радиозондовые, самолётные), ~~а также~~ спутниковые: микроволновые AMSU-A и MHS, радиозатменные COSMIC, GRAS и GRACE, скаттерометрические ASCAT и OSCAT, ветровые по движению облаков и полям влажности AMV-Geo, AMV-Polar и AMV-LeoGeo.

Блок объективного анализа использует поля 6-часового прогноза NCEP (США) в качестве первого приближения.

~~Разрешение полей анализа:  $0.5^\circ \times 0.5^\circ$  по горизонтали и 38 уровней по вертикали (от 1075 гПа до 0.5 гПа). Горизонтальное разрешение полей приращений анализа по отношению к прогнозу составляет 1,5 градуса.~~

Инициализация: нелинейная, по нормальным модам (для спектральной модели T339/169L31), цифровым фильтром (для модели ПЛАВ20).

Дополнительно в рамках технологии ПЛАВ20 применяется система построения начальных полей для температуры и влажности почвы.

Formatted: Russian

Formatted: Strikethrough, Highlight

Formatted: Strikethrough

#### 4.2.1.2. Исследования, выполняемые в данной области:

~~Ведутся исследования использования системы 3D Var применительно к глобальной спектральной модели T169L31.~~

Formatted: Strikethrough, Highlight

Formatted: Strikethrough

Ведутся работы по реализации системы усвоения данных с помощью локального ансамблевого фильтра Калмана с преобразованием ансамбля (LETKF) для глобальной полулагранжевой модели ПЛАВ. На данный момент, система использует наблюдения TEMP, SYNOP, SHIP, AIREP, SATOB, AMV и демонстрирует устойчивую работу на протяжении как минимум двух месяцев циклического усвоения с трехмерной моделью ПЛАВ. Ведутся работы по подключению данных спутниковых наблюдений ASCAT. Успешно испытано применение недиагональной корреляционной матрицы наблюдений R для данных AMV. Ведутся работы по внедрению FGAT в LETKF.

Ведутся работы по созданию вариационно-ансамблевой схемы глобального усвоения данных.

#### 4.2.2. Глобальные модели

##### 4.2.2.1. В оперативном режиме:

- Полулагранжева глобальная модель ПЛАВ-20 (совместная разработка Гидрометцентра России и РАН), - ПЛАВ 20: ~~разрешение шаг сетки~~ по долготе 0.225 градусов, по широте – переменное разрешение от 0.24 градусов в Южном полушарии до 0.16 градусов в Северном полушарии, 51 уровень по вертикали, Максимальная заблаговременность прогнозов 240 часов по начальному сроку 12.00 ~~час~~ ВСВ и 120 час. по сроку 00.00 ~~час~~ ВСВ.

Formatted: Strikethrough

- Глобальная спектральная модель атмосферы T339L31, 339 сферических гармоник, шаг сетки приблизительно 0,35°, 31 уровень. Максимальный период, прогнозов 240 часов.

##### 4.2.2.2. Исследования, выполняемые в данной области:

В глобальной полулагранжевой модели атмосферы ПЛАВ выполнены работы по модернизации параметризации пограничного слоя атмосферы, что позволило заметно уменьшить ошибку прогноза приземной температуры.

Разрабатывается новая версия модели ПЛАВ с горизонтальным разрешением ~~сетки~~ около 10 км и количеством вертикальных уровней около 100.

Ведется разработка версии T339L63 и включение в модель усовершенствованного радиационного блока.

##### 4.2.3. Доступная оперативная продукция численного среднесрочного прогноза погоды (ЧПП) (глобального моделирования)

Продукция глобальных моделей ПЛАВ20, T339L31 и T169L31, размещается во внутренних базах данных Гидрометцентра России, ~~передается в ГСТ и на ftp-серверы~~, а также ряд карт в цифровом факсимиле передается по ГСТ в прогностические центры Росгидромета и метеослужб других государств. Прогнозы в графическом виде карт и метеограмм размещается на сайте [www.meteoinfo.ru](http://www.meteoinfo.ru).

Formatted: Font color: Auto



Для Северного и Южного полушарий с шагом по заблаговременностям 6 часов прогнозируются следующие характеристики: давление на уровне моря, температура, и влажность воздуха на высоте 2 м, скорость ветра на высоте 10 м, 6-часовые суммы осадков, геопотенциальные высоты стандартных изобарических поверхностей, скорость ветра, температура и влажность воздуха на стандартных изобарических поверхностях, баллы облачности нижнего, среднего яруса общей облачности.

#### 4.2.4. Оперативные технологии приложения продукции ЧПП: (MOS, PPM, KF, Expert Systems, etc.) среднесрочный прогноз (72-240 часов)

##### 4.2.4.1. В оперативном режиме

В Гидрометцентре России используется система статистической интерпретации результатов среднесрочного гидродинамического моделирования (MOS) на основе комплексирования информации численных прогнозов, поступающих из ММЦ/РСМЦ Москва, ЕЦСПП Рединг, NCEP Вашингтон, РСМЦ Экзетер. Автоматизированная Система обеспечивает 3 раза в сутки ~~(на основе комплексирования информации численных прогнозов, поступающих из ММЦ/РСМЦ Москва, ЕЦСПП Рединг, NCEP Вашингтон, РСМЦ Экзетер)~~ выпуск метеорологических прогнозов значений минимальной и максимальной температуры воздуха за сутки, полусуточных сумм осадков, вероятности выпадения осадков, градаций облачности с заблаговременностью до 7 суток по 5000 населенным пунктам городам мира, включая населенные пункты Россию.

Formatted: Highlight

Formatted: Strikethrough, Highlight

Formatted: Strikethrough

Formatted: Strikethrough, Highlight

На основе системы MOS ежедневно производятся вычисления прогнозов аномалий от климатических норм средних значений температуры воздуха на ближайшие 10 суток по территории России, результаты рассылаются в прогностические центры УГМС Росгидромета 3 раза в месяц в виде gif-карт и таблиц.

##### 4.2.4.2. Исследования, выполняемые в данной области:

Развитие системы выпуска прогнозов элементов погоды по системе MOS Гидрометцентра России с использованием продукции систем мезомасштабного моделирования по ограниченным территориям.

#### 4.2.5. Система ансамблевого прогноза (Число членов, начальное состояние, метод возмущений, используемые модели, возмущения физических параметризаций, постпроцессинг: вычисление индексов, кластеризация)

##### 4.2.5.1. В оперативном режиме:

Система ансамблевого прогноза на краткие и средние сроки (12- 240 ч) на базе спектральной глобальной модели T169L31 и модели ПЛАВ2008. ~~2008-~~

Ансамбль состоит из 12 возмущенных прогнозов по модели T169L31 и двух невозмущенных прогнозов по моделям T169L31 и ПЛАВ2008;

Число членов ансамбля: 14;

Число моделей: 2;

Метод возмущений – бридинг с использованием в качестве нормы полной энергии и региональным масштабированием;

Физические параметризации не возмущаются.

##### 4.2.5.2. Исследования, выполняемые в данной области:

- Расширение набора выходной продукции;
- Развитие постпроцессинга и системы верификации прогнозов;

- Исследования в области комплексирования (combining) прогнозов на основе разных моделей;
- Разработка методов статистической коррекции.
- Система ансамблевого прогноза, основанная на LETKF (40 членов) и модели ПЛАВ запущена в опытную эксплуатацию, ведется анализ результатов.

4.2.5.3. Доступная оперативная продукция численного ансамблевого прогноза погоды (ЧПП)

Результаты работы системы размещаются в оперативных базах данных Гидрометцентра России, на основе которых синоптикам могут быть доступны карты «спагетти», карты средних значений по ансамблю, дисперсий, а также карты вероятностей ~~(рекомендуется визуализация графической системой Гидрометцентра России «Изограф»)~~.

Ансамблевые метеограммы для административных центров 85 субъектов Российской Федерации размещаются на <https://meteoinfo.ru/glb-ens-frc> (сайте Гидрометцентра России), для пунктов стран Центральной Азии и карты «спагетти» - на <http://swfdp-ca.meteoinfo.ru/prognozy/ansamblevye-meteogrammy-moskva> (портале Проекта WMO SWFDP CA).

Ансамблевые метеограммы для ряда пунктов в странах Центральной Азии и карты «спагетти» для Центральной Азии размещаются на сайте проекта WMO SWFDP-CA.

Formatted: Russian

Formatted: Russian

Formatted: Russian

Formatted: Russian

Formatted: Russian

Formatted: Russian

### 4.3. Системы краткосрочного прогнозирования (0 – 72 часа)

#### 4.3.1. Усвоение данных, объективный анализ и инициализация

##### 4.3.1.1. В оперативном режиме

Аналогично Разделу 4.2.1.1

~~В технологико COSMO-Ru внедрена~~ Система непрерывного усвоения метеорологической информации на основе схемы «подталкивания» в технологии COSMO-Ru

##### 4.3.1.2. Исследования, выполняемые в данной области:

~~Реализовано~~ региональное циклическое усвоение с унифицированной схемой с использованием модели COSMO. (

Аналогично Разделу 4.2.1.2

В рамках технологии COSMO-Ru ведутся работы по усвоению данных ДМРЛ в рамках схемы «подталкивания»

#### 4.3.2. Модели краткосрочного численного прогноза

##### 4.3.2.1. В оперативном режиме

- Негидростатическая модель COSMO-Ru (разработка консорциума по мезомасштабному моделированию COSMO), версия 4.12. Версии:

COSMO-Ru7 (сетка 7x7 км, 40 уровней по вертикали до поверхности 100 гПа, территория Восточной Европы, Европейской России и Урала).

COSMO-Ru2 (сетка 2,2x2,2км, для Центрального федерального округа России (COSMO-Ru2CFO), а также - для Татарстана (COSMO-Ru2VFO) и Северного Кавказа (COSMO-Ru2SFO), «вложенные» в COSMO-Ru7).

COSMO-Ru13-ENA. (сетка 13.2x13.2 км), область вычислений покрывает Европу и Северную половину Азии, включая всю территорию России, прилегающие регионы и акватории.

- Негидростатическая региональная модель Гидрометцентра России Мр/б (для домена от восточной Европы до Урала, шаг сетки 50 км, 30 уровней, р- и сигма-система координат). Оперативно внедрены две версии модели для Дальневосточного региона и Северного Кавказа с шагом сетки 25 км. В 2015 г. горизонтальное разрешение модели было повышено с 50 до 25 км, область интегрирования расширена на Европу, всю территорию России, Японию и моря бассейна Тихого океана. Модель проходит оперативные испытания.

Адаптированные версии региональной модели Гидрометцентра России установлены в РСМЦ Новосибирск и Хабаровск.

- Негидростатическая мезомасштабная модель Гидрометцентра России для Московского и Санкт-Петербургского регионов, шаг сетки 10 км.

##### 4.3.2.2. Исследования, выполняемые в данной области:

- Исследования в рамках приоритетных проектов и деятельности рабочих групп консорциума COSMO, в том числе: анализ особенностей работы и развитие радиационного блока, развитие системы верификации, разработка усовершенствованных алгоритмов подготовки уточненной стартовой информации на основе анализа данных измерений SYNOP по Европейской территории России. Развитие форм представления

Formatted: Russian

Formatted: Strikethrough, Highlight

Formatted: Body Text

результатов прогнозирования пользователям. Мониторинг и исследование успешности прогнозирования элементов приземной погоды по COSMO-Ru (приземной температуры, осадков, скорости ветра).

- Развитие версии (COSMO-Ru13-ENA). (13x13 км) для территории всей Европы, Северной Азии и акваторий прилегающих морей

- Исследования на основе версии COSMO-Ru1 (1x1 км)

- Развитие систем верификации прогнозов мезомасштабных систем моделирования.

4.3.3. Доступная оперативная продукция численного прогноза погоды (ЧПП) (моделирование по ограниченным территориям):

4.3.3.1. Продукция системы мезомасштабного моделирования COSMO-Ru:

По различным версиям и регионам: Прогнозы давления на уровне моря, 1 и 3-х часовых сумм осадков, приземной температуры и ветра, облачности, высоты геопотенциальной поверхности 500 гПа – в виде карт [с визуализацией](#) GRADS. Информация метеограмм для более 100 пунктов в пределах Европейской части России с [детализацией](#) ~~временным разрешением~~ – 1 час в текстовых и графических форматах: прогнозы давления на уровне моря, сумм осадков с учетом их фазы, температуры и ветра от земной поверхности до 500 гПа, облачности различных ярусов. (Предоставление информации пользователям в графических форматах на основе распространения по электронной почте и размещения на ftp-сервере).

Широкий набор метеорологических характеристик на p, z и б-уровнях в GRIB-форматах распространяются по запросам пользователей.

4.3.3.2. Продукция региональной модели Гидрометцентра России Мlr/б (50x50 и 25x25 км) для регионов:

Включая всю территорию России и СНГ, Европу, восточную часть Атлантического океана, Северный Кавказ, Черное море, а также Западную Сибирь и Дальний восток с прилегающими морями.

Виды продукции:

- Поля давления на уровне моря, температуры воздуха у земли и почасовой интенсивности осадков (детализация 1 ~~раз~~ в час);

- поля геопотенциала, компонент скорости ветра на 11 стандартных изобарических поверхностях (1000, 925, 850, 700, 500, 400, 300, 250, 200, 150, 100 гПа) (детализация 3 ~~часа~~);

- поля температуры и относительной влажности на 9 стандартных уровнях (925, 850, 700, 500, 400, 300, 250, 200, 150 гПа.) (детализация 3 ~~часа~~);

- поля полусуточных и суточных сумм осадков: обложных, конвективных, общих (заблаговременности 12, 24, 36, 48 ч-).

Предоставление продукции пользователям Росгидромета через базы данных ММЦ Москва, а также - в графических форматах на основе распространения по электронной почте и размещения на сайте [www.meteoinfo.ru](http://www.meteoinfo.ru) (прогнозы давления на уровне моря, 1 и 3-х часовых сумм осадков).

4.3.3.3 ММЦ/РСМЦ Москва: Продукция мезомасштабной негидростатической модели Гидрометцентра России (10x10 км):

Для Московской и Ленинградской областей:

Прогнозы приземной температуры воздуха и ветра с детализацией 1 час для районов Москвы и Санкт-Петербурга. Размещение в базах данных ММЦ Москва. Передача информации в кодовой форме GRIB – посредством FTP.

4.3.4. Оперативные технологии приложения продукции ЧПП: (MOS, PPM, KF, Expert Systems, etc.) краткосрочный прогноз (0-72 часов)

4.3.4.1. В оперативном режиме:

1) Система статистической интерпретации результатов гидродинамического моделирования по городам мира (MOS, см. раздел 4.2.4.1).

Formatted: Russian

2) Система интерпретации на основе схемы статистической коррекции результатов систем глобального моделирования (УКМО, NCEP): экстремальные и значения T2м для сроков измерений, направление и скорость ветра, суммы осадков для пунктов метеостанций России.

Formatted: Russian

3) Система физико-статистической интерпретации результатов региональной модели Гидрометцентра России: прогнозы конвективных опасных явлений погоды (грозы, ливней, града, сильных шквалов) с заблаговременностью до 36 часов.

Formatted: Russian

4) Авиационный постпроцессинг:

Formatted: Russian

а) на основе выходной продукции COSMO-Ru с разрешением 7 и 2.2 км: ряд специализированных прогнозов метеорологических характеристик (высоты верхней и нижней границ конвективной и слоистой облачности, границ слоев обледенения, интенсивности турбулентности в нижнем слое, высота нулевой изотермы, балл облачности, и др.) для обслуживания авиации в аэропортах Европейской части России с заблаговременностью до 48 часов.

Formatted: Font: Not Bold

б) на основе выходных данных глобальной модели ПЛАВ2008: характеристики конвективной облачности (высоты верхней и нижней границ), высоты и значения максимальных скоростей ветра, высоты динамической тропопаузы, высот границ слоев обледенения и турбулентности, а также - комплексные показатели (фронтальный параметр) с заблаговременностью до 36 часов.

4.3.4.2. Исследования, выполняемые в данной области

Усовершенствование всех перечисленных в 4.3.4.1. систем

4.3.5. Система ансамблевого прогноза (Число членов, начальное состояние, метод возмущений, модели и количество используемых моделей, возмущения физических параметризаций, постпроцессинг: вычисление индексов, кластеризация)

4.3.5.1. В оперативном режиме

Аналогично Разделу 4.2.5.1.

~~В настоящее время мезомасштабные ансамблевые прогнозы по ограниченным территориям оперативно не выпускаются.~~

Formatted: Strikethrough

Formatted: Strikethrough, Highlight

#### 4.3.5.2. Исследования, выполняемые в данной области

+ Исследование влияния учета неопределенности прогноза за счет несовершенства модели атмосферы на качество прогноза. Разработка метода стохастических возмущений физических параметризаций на основе модели по ограниченной территории COSMO.

#### 4.3.5.3. Доступная оперативная продукция численного ансамблевого прогноза погоды (ЧПП)

Метеограммы для 85 пунктов России и 50 пунктов стран Центральной Азии и метеограммы и карты «спагетти» для региона ряда пунктов Центральной Азии. (по системе глобальных ансамблей) – см. раздел 4.2.5.3.

Formatted: Russian

Formatted: Russian

Formatted: Font: Not Italic

### **4.4 Наукастинг и сверх-краткосрочные прогностические системы (0-6 час.)**

#### 4.4.1 Схемы наукастинга

##### 4.4.1.1 В оперативном режиме

В ~~В~~ 2017 г. в ММЦ/РСМЦ Москва ~~развернута и реализована~~ и внедрена в ~~оперативном режиме~~ опытной эксплуатации система статистического наукастинга по девяти радарам ЕТР на сетке 2x2 км по территории Центрального федерального округа (ЦФО). Результаты в виде анимации прогностических полей выкладываются на сайте Гидрометцентра в разделе прогнозов. Система статистического наукастинга по радарам Европейской части России выпускает продукцию каждые 10 минут, прогностический период равен 2 часам 30 минутам..

Formatted: Strikethrough

Formatted: Strikethrough

Formatted: Strikethrough

Система производит каждые 10 мин. три последовательности прогностических полей с интервалом 10 минут, поля статистических характеристик ансамблей (средние, медианы, стандартные отклонения, интерквартильный размах, максимумы) и (3) оценки повторяемости превышения порогов (1, 3, ..., 19 мм/ч) на основе расчетных ансамблей. Ансамбли генерируются с помощью лаговых регрессионных итераций от четырех начальных полей наблюдений. Каждый ансамбль состоит из 45 полей.

Formatted: Not Highlight

#### 4.4.1.2 Исследования, выполняемые в данной области

Разрабатывается методика наукастинга, базирующаяся на прогнозах по моделям ~~и~~ COSMO-Ru, WRF-ARW информации с геостационарных спутников и радиолокаторов.

~~Исследования по результатам международного демонстрационного проекта ВМО FROST-2014 для метеобеспечения олимпиады Сочи 2014.~~

~~Пр~~азвернута и с мая 2016 г. в квазиоперативном режиме функционирует система статистического ансамблевого наукастинга интенсивности осадков по последовательным наблюдениям семи доплеровских радиолокаторов на двухкилометровой сетке по территории Центрального федерального округа (ЦФО) и обслуживаемых Центральной Аэрологической Обсерваторией (ЦАО). Росгидромета. В 2018 г. планируется испытать и в 2019 г. развернуть аналогичную схему систему статистического наукастинга на сетке 1x1 км километровой сетке в комбинации с результатами мезомасштабных гидродинамических моделей высокого пространственного разрешения и с учащенными стартами.

Formatted: Strikethrough, Highlight

Formatted: Highlight

Formatted: Strikethrough, Highlight

~~Получены первые результаты ансамблевого прогнозирования на несколько часов вперед от начальных полей радарных осадков, отстоящих друг от друга на 10 минут.~~

Исследования по результатам международного демонстрационного проекта BMO FROST-2014 для метеообеспечения олимпиады Сочи 2014.

~~Дискретность выпуска прогнозов составляет 10 минут, прогностический период равен 2 часам 30 минутам. Ансамбли генерируются с помощью лаговых регрессионных итераций от четырех начальных полей наблюдений. Каждый ансамбль состоит из 45 полей.~~  
4.4.1.3 Доступная продукция систем наукастинга

~~Результаты системы статистического наукастинга по радарам Европейской части России для районов Центрального федерального округа выпускаются каждые 10 минут, прогностический период равен 2 часам 30 минутам и в виде анимации прогностических полей выкладывается размещается на <https://meteoinfo.ru/nowcasting>, <https://meteoinfo.ru/en/nowcasting>~~

~~(сайте Гидрометцентра Гидрометцентра России в разделе прогнозов).~~

~~Дискретность выпуска прогнозов составляет 10 минут, прогностический период равен 2 часам 30 минутам. Ансамбли генерируются с помощью лаговых регрессионных итераций от четырех начальных полей наблюдений. Каждый ансамбль состоит из 45 полей.~~

~~Продукция наукастинга состоит из (1) трех последовательностей прогностических полей с интервалом 10 минут, (2) полей статистических характеристик ансамблей (средние, медианы, стандартные отклонения, интерквартильный размах, максимумы) и (3) оценок повторяемости превышения порогов (1, 3, ..., 19 мм/ч) на основе расчетных ансамблей.~~

~~Часть продукции размещается на сайте Центральной Аэрологической Обсерватории, часть на сервере Гидрометцентра. Вся продукция выкладывается в числовом и графическом форматах, при этом на сайте ЦАО прогнозы представлены в виде объединенных полей осадков (мозаики) по используемым радиолокаторам.~~

~~На 2017 год планируется проведение испытаний развернутой технологии по данным дождевых осадков за теплый период 2017 г по территории ЦФО.~~

#### 4.4.2 Модели, используемые в системах сверхкраткосрочного прогноза

##### 4.4.2.1 В оперативном режиме

Информация по данному разделу соответствует приведенной в разделе 4.3.2

~~Не применяются.~~

##### 4.4.2.2 Исследования, выполняемые в данной области

~~Адаптация для задач наукастинга и сверхкраткосрочного прогноза негидростатической модели COSMO-Ru с шагами сеток 2.2 км для областей Центральной России (разработка консорциума по мезомасштабному моделированию COSMO) в конфигурациях Исследования влияния усвоения радарной информации~~

Formatted: Not Highlight

Formatted: Strikethrough

Formatted: Russian

Formatted: Indent: First line: 0 cm

Formatted: Strikethrough

Formatted: Russian

Formatted: Strikethrough

Formatted: Strikethrough

Formatted: Strikethrough

Formatted: Font: Not Italic

Formatted: Not Highlight

Formatted: Strikethrough

Formatted: Not Strikethrough, Not Highlight

Formatted: Not Highlight

Formatted: Not Strikethrough, Not Highlight

Formatted: Not Highlight

Formatted: Not Strikethrough, Not Highlight

Formatted: Not Highlight

методом «подталкивания скрытой теплоты» (“Latent heat nudging”) на сверхкраткосрочные прогнозы ливней, зон активной конвекции, вертикальных движений

COSMO-Ru2, (сетка 2,2x2,2км, для Центрального федерального округа России (COSMO-Ru2CFO); для Татарстана (COSMO-Ru2VFO); для Северного Кавказа (COSMO-Ru2SFO); «вложенные» в COSMO-Ru7.

**4.5. Специализированные численные прогнозы (морского волнения, штормовых нагонов, морского льда, тропических циклонов, переноса и дисперсии примесей, ультрафиолетовой радиации, качества воздуха, смога, песчаных бурь).**

#### 4.5.1 Усвоение, анализ и инициализация специализированных данных

##### 4.5.1.1 В оперативном режиме

Внедрена система усвоения океанографических данных для инициализации совместной модели океан-атмосфера при составлении сезонных прогнозов. Ядро схемы составляет новая модель поля ошибок первого приближения, основанная на трехмерных фильтрах авторегрессии и скользящего среднего. Для получения полей первого приближения используется модель общей циркуляции океана, расчетной областью которой является Мировой океан за исключением приполярной области к северу от 80°N

~~80°N~~

##### 4.5.1.2 Исследования, выполняемые в данной области

Осуществляется перевод системы усвоения океанографических данных на расчеты полей первого приближения по глобальной модели общей циркуляции океана NEMO (The Nucleus for European Modelling of the Ocean) в конфигурации ORCA1. Расчеты осуществляются на трехполюсной сетке с горизонтальным разрешением в основной части области 1°x1° и 50x50 км в Арктическом бассейне. Усвоение данных осуществляется на основе последовательной схемы “анализ-прогноз-анализ” с использованием трехмерного вариационного анализа. В качестве исходной информации используются оперативные наблюдения температуры и солёности морской воды, поступающие с различных наблюдательных платформ (дрейфующие и заякоренные буи, судовые наблюдения, данные буев АРГО, альтиметрические измерения).

#### 4.5.2. Специализированные модели

##### 4.5.2.1 В оперативном режиме

А) Прогноз морского волнения:

Прогнозирование характеристик ветрового волнения (высоты значительных волн; среднего направления распространения, средней длины, среднего периода, высоты и направления распространения ветровых волн, высоты и направления распространения волн зыби) на основе спектральной модели WaveWatch III v.3.14. Прогнозы составляются на сроки до 5 суток с использованием метеорологической прогностической информации (прогнозы по модели ПЛАВ и системы GFS) для акватории Мирового океана (сетка 0.5x0.5 град.), а также для отдельных морей: Балтийского (сетка 1.2'x1.2', ~2 км), Черного (сетка 6.0'x6.0', ~10 км), Азовского (сетка 1.2'x1.2', ~2 км), Каспийского (3.6'x3.6', ~6 км), Баренцева (сетка 0.25°x0.1°, ~10 км) и Белого (сетка 3.0'x1.2', ~2 км). Результаты прогнозирования размещаются на сайте Гидрометцентра России.

Formatted: Russian, Not Highlight

Formatted: English (U.S.), Not Highlight

Formatted: Not Highlight

Formatted: English (U.S.), Not Highlight

Formatted: Not Highlight

Formatted: Russian, Not Highlight

Formatted: Not Highlight

Formatted: Strikethrough

Formatted: Strikethrough, Highlight

Formatted: Strikethrough



Б) Прогноз изменений уровня моря и скорости течений:

Система краткосрочного (до 48 часов) прогнозирования изменений уровня моря и скорости течений в Баренцевом и Белом морях на основе расчетов по трехмерной гидродинамической модели со свободной поверхностью с учетом приливных движений на сетке с шагом 4 км. В качестве входной метеорологической информации используются прогнозы полей атмосферного давления по региональной атмосферной модели Гидрометцентра России Млр/б.

Результаты прогнозирования размещаются на ~~сайте~~ <http://hmc.meteorf.ru/sea/index.html>.

Formatted: Strikethrough, Highlight

Formatted: Russian

В) Долгосрочные прогнозы морского льда на неарктических морях России:

Прогнозы характеристик ледового покрова морей с заблаговременностью несколько месяцев. Прогнозируются даты первого появления льда в портах, максимальная ледовитость морей, максимальная толщина припайного льда, даты очищения моря ото льда в портах, продолжительность ледового периода. Прогнозы основаны на представлении о цикличности в ходе изменчивости гидрометеорологических элементов и о влиянии состояния термобарических полей в период, предшествующий ледовому сезону. В качестве предикторов для прогнозов используются корреляционные связи ледовых параметров и характеристик атмосферного давления и температуры воздуха в предшествующие периоды.

Месячные прогнозы характеристик ледового покрова морей, основанные на методе подбора годов-аналогов.

Г) Прогнозы речного стока с использованием выходной продукции моделей (COSMO-Ru13-ENA и COSMO-Ru7 (для всей России 13x13км, для Европейской части России – 7x7 км), и региональной модели Гидрометцентра России (сетка25x25 км), а также прогнозы NCEP-NCAR и ЕЦСПП.

В период весеннего ледохода используется модель речного льда, разработанная в ~~Отделе~~ Гидрометцентре России-

#### 4.5.2.2 Исследования, выполняемые в данной области

Тестируется версия модели прогноза штормовых нагонов на входных данных из продукции Региональной модели Гидрометцентра России Млб 22-50.

## **4.6 Прогнозы с увеличенной заблаговременностью (10 - 30 дней). (Модели, ансамбли, методология)**

### 4.6.1 Используемые модели

1) Модель ПЛАВ- полулагранжева глобальная конечно-разностная модель общей циркуляции атмосферы разработана в ИВМ РАН и ФГБУ Гидрометцентр России.

Модель включает в себя набор параметризаций процессов подсеточного масштаба (перенос коротко- и длинноволновой радиации, глубокая и мелкая конвекция, процессы обмена в планетарном пограничном слое, торможение гравитационных волн, параметризация тепло- и влагообмена с подстилающей поверхностью), разработанный в Метео-Франс и метеослужбах консорциума RC-LACE (Limited Area modeling for Central Europe) (<http://www.rclace.eu>) для французской глобальной оперативной модели ARPEGE и региональной модели международного консорциума ALADIN. Модель генерирует 20 членов ансамбля по начальным данным реанализа-2 NCEP/NCAR с использованием техники бридинга выращивания быстро растущих мод). Используется экстраполяция аномалий ТПО с их постепенным затуханием (persistent SST anomalies).

2) Модель Главной Геофизической обсерватории Росгидромета Т63L25 (горизонтальное разрешение  $1.9^{\circ} \times 1.9^{\circ}$ , 25 слоев по вертикали) – глобальная спектральная модель атмосферы с достаточно полным комплектом параметризаций подсеточных физических процессов. В 2015г было произведено обновление физического блока модели, снизившее систематические ошибки прогнозов. Граничные условия по температуре поверхности океана (ТПО) предполагают сохранение начальных аномалий ТПО на всем периоде интегрирования. По сравнению с предшествующей версией изменены условия задания распределения концентрации морского льда – вместо климатического распределения используются начальные аномалии (удерживаемые в течение 14 суток), с последующей релаксацией к климатическому распределению. По данным наблюдений за последние 20 лет (1992-2011гг.) уточнены климатические поля ТПО и характеристик морского льда. Для построения вероятностных прогностических распределений используются расчеты ансамбля прогнозов (10 членов ансамбля).

#### 4.6.1.1 В оперативном режиме

Численная модель ПЛАВ работает в оперативном режиме, текущие и ретроспективные расчеты прогнозов проводятся еженедельно на 63 суток, а два раза в месяц на 135 суток. Постпроцессинг модели формирует в выходных файлах 68 высотных и поверхностных полей метеоэлементов на глобальной широтно-долготной сетке  $1.5^{\circ} \times 1.5^{\circ}$ .

Т63L25 (ГГО): Модель функционирует в оперативном режиме. Выбраны следующие временные интервалы осреднения: 1-7 сутки (1 неделя); 8-14 сутки (2 недели); 15-21 сутки (3 недели); 22-28 сутки (4 недели); 1-30 сутки (1-й месяц); 15-45 сутки (2-й месяц). При выборе данных в суточной дискретности разработаны программы, позволяющие формировать по исходным данным интервалы осреднений переменной длины. Такая гибкость позволяет в случае необходимости изменить временные окна для прогноза и для оценки качества прогностической схемы (мониторинг). Прогнозы, полученные с использованием модели атмосферы Т63L25 в ГГО, передаются в ММЦ Москва (Гидрометцентр России) для дальнейшего комплексирования с результатами модели ПЛАВ,

Блок статистической интерпретации, реализованный в вычислительной среде сервера Североазиатского климатического центра СЕАКЦ, включает процедуры, позволяющие получить в оперативном режиме по результатам расчетов глобальных полей приземной температуры воздуха на основе моделей Гидрометцентра России (ПЛАВ) и ГГО, значения температуры воздуха на станциях с еженедельной дискретностью. Результаты являются прогностические значения температуры воздуха для 70 станций, расположенных на территории СНГ.

#### 4.6.1.2 Исследования, выполняемые в данной области

Исследуется статистическая структура ежесуточных климатических архивов полей приземной температуры воздуха (2м) и осадков, необходимых для получения нормализованных прогностических аномалий. Рассматриваются возможности использования дальних связей между приземной температурой воздуха и полями, характеризующими крупномасштабные структуры атмосферной циркуляции ~~и термическое состояние подстилающей поверхности~~. Предполагается оценить дополнительный эффект от использования дальних связей на основе оценок качества прогностической продукции. С использованием методов теории принятия решения исследуются возможности разработки методик отбора той продукции, которая является ~~в некотором смысле~~ оптимальной для прогнозирования конкретных ~~ей~~ метеорологических ~~ихей~~ переменных ~~ей~~ в конкретной географической специфике.

Formatted: Russian

Formatted: Strikethrough, Highlight

Formatted: Strikethrough, Highlight

#### 4.6.2 Оперативно доступная продукция ансамблевых прогностических систем на сроки 10-30 суток:

Прогнозы средних месячных полей температуры регулярно размещаются на веб-сайте Гидрометцентра России <http://www.meteoinfo.ru>. Прогноз приземной температура воздуха, температуры на стандартных изобарических поверхностях 500 и 850 гПа, а также прогнозы приземной температуры для 70 населенных пунктов бывшего СССР предоставляются потребителям по запросам.

Прогнозы основных метеорологических полей, а именно: высоты поверхности 500 гПа (H-500), температуры воздуха на уровне поверхности 850 гПа (T-850), атмосферного давления на уровне моря, приземной температуры воздуха и осадков с недельной детализацией регулярно (раз в неделю) публикуются на сайте СЕАКЦ <http://seakc.meteoinfo.ru/>

### **4.7 Долгосрочные прогнозы (30 дней - 2 года) (Модели, ансамбли, методология)**

#### 4.7.1. В оперативном режиме:

~~В рамках деятельности Северо-Евразийского климатического центра (СЕАКЦ): реализована технология оперативного выпуска долгосрочных прогнозов до 2-х месяцев вперед с недельной и месячной детализацией. Проведены совместные испытания прогнозов на основе технологий Гидрометцентра России и ГГО. Долгосрочные прогнозы с недельной и месячной дискретизацией составляются один раз в неделю (в середине каждой недели) с осреднением: 1-7 суток (1-я неделя), 8-14 (2-я неделя), 15-21 (3-я неделя), 22-28 (4-я неделя), 1-30 (1-месяц) и 16-45 (2-й месяц). Результаты прогнозов регулярно (раз в неделю) обновляются на сайте СЕАКЦ. В качестве основных оценок детерминистических прогнозов используются следующие показатели: коэффициент корреляции знаков  $\rho$ , относительная ошибка прогноза  $Q$ , средний квадрат ошибки (mean squared error) прогноза MSE, критерий качества по среднему квадрату ошибки MSSS, коэффициент корреляции аномалий (anomaly correlation coefficient) AC. Для оценки качества вероятностных прогнозов используется~~

Formatted: Strikethrough, Highlight

Formatted: Strikethrough, Highlight

Formatted: Strikethrough, Highlight

~~показатель ROC. В Таблице 1 приводятся средние оценки параметра MSSS, позволяющего определить преимущества методических прогнозов по сравнению с климатическими для модели ПЛАВ и ГГО по H500, MSLP, T850, TRSF и PREC за период с 30 марта 2016 г. по 15 марта 2017 г. (51 случай) для трех регионов СНГ, СП (северное полушарие) и ТР(тропики). Красным цветом обозначены статистически значимые (10% уровень) различия по отношению к климату.~~

~~В Гидрометцентре России В ФГБУ «Гидрометцентр России» реализована технология выпуска глобальных ансамблевых прогнозов с заблаговременностью до 4-х месяцев на основе совместного использования моделей Гидрометцентра России (ПЛАВ2008) и ГГО (T42L14). Обновляемые карты прогнозов основных метеорологических глобальных полей (высоты поверхности 500 гПа (H-500), температуры воздуха на уровне поверхности 850 гПа (T-850), атмосферного давления на уровне моря, приземной температуры воздуха и осадков) с месячной и сезонной детализацией регулярно (раз в месяц) ежемесячно публикуются на сайте СЕАКЦ <http://seakc.meteoinfo.ru/>.~~

Formatted: Strikethrough, Highlight

Formatted: Strikethrough

Field Code Changed

~~В рамках участия Гидрометцентра России в проекте APCN глобальные ансамблевые прогнозы на 4 месяца с месячной заблаговременностью ежемесячно передаются координаторам проекта в Азиатско-Тихоокеанский климатический центр (АРСС) (г.Пусан, Республика Корея).~~

~~Прогнозы на ближайшие 3 месяца и соответствующие данные исторических сезонных прогнозов ММЦ-Москва ежемесячно направляются в АРСС как вклад в мульти-модельный ансамблевый сезонный прогноз в рамках международного проекта APCN (Asia-Pacific Climate Network) по долгосрочным прогнозам в г. Сеул, Республика Корея~~

~~Прогнозы аномалии среднемесячной температуры и осадков по территории стран СНГ с заблаговременностью до 6 месяцев на холодный и теплый периоды года выпускаются на основе комплекса разработок НИУ РОСГИДРОМЕТА – Росгидромета (Гидрометцентр России, ГГО им. А.И. Воейкова, ААНИИ, ДВНИГМИ) и размещаются на сайте Гидрометцентра России <http://www.meteoinfo.ru>.~~

Formatted: Strikethrough

Field Code Changed

~~В рамках международного сотрудничества и участия ФГБУ Гидрометцентр России в проекте APCN ежемесячно составляются и передаются координаторам проекта в АРСС (г.Пусан, Республика Корея) глобальные ансамблевые прогнозы на 4 месяца с месячной заблаговременностью.~~

~~Прогнозы на ближайшие 3 месяца и соответствующие данные исторических сезонных прогнозов ММЦ Москва составляются ежемесячно и направляются в Азиатско-Тихоокеанский климатический центр (АРСС) (Busan, Republic Korea) как вклад в мульти-модельный ансамблевый сезонный прогноз в рамках международного проекта APCN (Asia-Pacific Climate Network) по долгосрочным прогнозам в г. Сеул, Республика Корея.~~

~~В рамках деятельности Северо-Евразийского климатического центра (СЕАКЦ) реализована технология оперативного выпуска долгосрочных прогнозов с недельной и месячной детализацией. Проведены совместные испытания прогнозов на основе технологии Гидрометцентра России и ГГО. Долгосрочные прогнозы с недельной и месячной дискретизацией составляются один раз в неделю (в середине каждой недели) с осреднением: 1-7 суток (1-я неделя), 8-14 (2-я неделя), 15-21 (3-я неделя), 22-28 (4-я неделя), 1-30 (1-й месяц) и 16-45 (2-й месяц). Результаты прогнозов регулярно (раз в~~

~~неделю) обновляются на сайте СЕАКЦ. В качестве основных оценок детерминистических прогнозов используются следующие показатели: коэффициент корреляции знаков  $\rho$ , относительная ошибка прогноза  $Q$ , средний квадрат ошибки (mean squared error) прогноза MSE, критерий качества по среднему квадрату ошибки MSSS, коэффициент корреляции аномалий (anomaly correlation coefficient) AC. Для оценки качества вероятностных прогнозов используется показатель ROC. В Таблице 1 приводятся средние оценки параметра MSSS, позволяющего определить преимущества методических прогнозов по сравнению с климатическими для модели ПЛАВ и ГГО по H500, MSLP, T850, TRSF и PREC за период с 30 марта 2016 г. по 15 марта 2017 г. (51 случай) для трех регионов СНГ, СП (северное полушарие) и ТР (тропики). Красным цветом обозначены статистически значимые (10% уровень) различия по отношению к климату.~~

#### 4.7.2. Исследования, выполняемые в данной области:

Ведется постоянная работа по созданию новых версий модели ПЛАВ, в частности, по улучшению блоков параметризации коротко- и длинноволновой радиации, облачности, пограничного слоя, описания льда, озонового слоя.

Исследуются возможности применения различных методов статистической региональной детализации (например, регрессионных методов, билинейной интерполяции, вероятностных подходов и т.д.) глобальных прогностических метеорологических полей.

С использованием глобальной полулагранжевой модели (ПЛАВ) исследуется региональная предсказуемость низкочастотной изменчивости и связанных с ней режимов атмосферной циркуляции на месячных и сезонных интервалах времени в северном полушарии.

#### 4.7.3 Оперативно доступная продукция:

Результаты сезонных прогнозов ММЦ/РСМЦ Москва с использованием соответствующих оценок исторических прогнозов для основных сезонов года размещаются на сайтах <http://wmc.meteoinfo.ru/season>, <http://wmc.meteoinfo.ru/ПЛАВ>.

Ежемесячно прогнозы на 3 месяца с месячной заблаговременностью и соответствующие данные ретроспективных сезонных прогнозов ММЦ-Москва направляются в Азиатско-Тихоокеанский климатический центр (АРСС) (Бусан, Республика Корея) как вклад в мульти-модельный ансамблевый сезонный прогноз в рамках международного проекта APCN (Asia-Pacific Climate Network) по долгосрочным прогнозам. Также раз в месяц сезонные прогнозы модели ПЛАВ с месячной заблаговременностью направляются в Ведущий центр ВМО по мульти-модельным долгосрочным прогнозам в г. Сеул, Республика Корея. Перечень передаваемых прогностических характеристик включает средние месячные и трехмесячные глобальные поля высоты 500 гПа, температуры на уровне 850 гПа, давления на уровне моря, приземной температуры воздуха и суммарных осадков для индивидуальных членов ансамбля.

Прогнозы аномалии среднемесячной температуры и осадков по территории СНГ с заблаговременностью до 6 месяцев на холодный и теплый периоды года на основе прогностических разработок НИУ Росгидромета (Гидрометцентр России, ГГО им. А.И. Воейкова, ААНИИ, ДВНИГМИ) размещены на сайте: <http://meteoinfo.ru/veget-period-2014>

Прогнозы аномалий температуры воздуха и осадков на месяц с нулевой заблаговременностью по территории СНГ на базе гидродинамических прогнозов (ПЛАВ, спектральная модель Гидрометцентра России, спектральная модель ГГО) и синоптико-статистических прогнозов размещены на странице <http://meteoinfo.ru/1month-forc>

## 5. Верификация прогностической продукции

### 5.1. Среднегодовые показатели

Глобальная полулагранжевая модель Гидрометцентра России и Института вычислительной математики Российской Академии наук по (ПЛАВ-20) и Глобальная спектральная модель Гидрометцентра России для исходных сроков 00 и 12 ВСВ. Оценки рассчитывались в соответствии со стандартом КОС ВМО 2013 года.

#### 5.1.1. Оценки модели ПЛАВ-20 за 2017г, Северное полушарие (20N-90N)

##### 5.1.1.1. ПЛАВ20, Северное полушарие. Давление на уровне моря

Заблаговременность (часы)	MEAN ERROR (hPa)		RMSE (hPa)		KA		S1	
	00 UTC	12 UTC	00 UTC	12 UTC	00 UTC	12 UTC	00 UTC	12 UTC
24	0,026	-0,017	1,361	1,391	0,981	0,981	0,305	0,303
48	0,182	0,104	2,014	2,030	0,959	0,961	0,375	0,373
72	0,203	0,152	2,851	2,867	0,919	0,922	0,448	0,447
96	0,195	0,161	3,866	3,911	0,852	0,855	0,525	0,527
120	0,238	0,196	4,981	5,055	0,758	0,760	0,601	0,605
144		0,249		6,124		0,654		0,669
168		0,289		7,052		0,547		0,723
192		0,294		7,915		0,437		0,768
216		0,279		8,622		0,339		0,798
240		0,264		9,114		0,265		0,820

Formatted: English (U.S.)

##### 5.1.1.2. ПЛАВ20, Северное полушарие (20N-90N)

Высота изобарической поверхности 850 гПа

Заблаговременность (часы)	MEAN ERROR (m)		RMSE (m)		KA		S1	
	00 UTC	12 UTC	00 UTC	12 UTC	00 UTC	12 UTC	00 UTC	12 UTC
24	-0,232	-1,205	10,076	10,855	0,983	0,980	0,272	0,272
48	1,244	-0,372	14,865	15,222	0,964	0,964	0,345	0,343
72	1,449	-0,113	21,255	21,334	0,927	0,930	0,422	0,418
96	1,045	-0,414	29,054	29,333	0,866	0,869	0,502	0,500
120	1,005	-0,531	37,636	38,161	0,778	0,780	0,580	0,579
144		-0,406		46,474		0,679		0,645
168		-0,371		53,948		0,574		0,701
192		-0,630		60,909		0,465		0,748
216		-1,022		66,670		0,364		0,781
240		-1,416		70,606		0,289		0,804

5.1.1.3. ПЛАВ20, Северное полушарие (20N-90N)

Высота изобарической поверхности 500 гПа

Заблаговременность (часы)	MEAN ERROR (m)		RMSE (m)		KA		S1	
	00 UTC	12 UTC	00 UTC	12 UTC	00 UTC	12 UTC	00 UTC	12 UTC
24	-0,771	-1,690	10,426	10,858	0,992	0,992	0,168	0,164
48	1,779	0,126	17,129	17,591	0,980	0,979	0,244	0,239
72	1,976	0,313	26,614	27,070	0,950	0,951	0,326	0,320
96	1,180	-0,581	38,312	39,153	0,897	0,896	0,410	0,406
120	0,393	-1,526	51,606	52,348	0,815	0,816	0,491	0,485
144		-2,298		65,225		0,718		0,555
168		-3,255		77,077		0,608		0,614
192		-4,596		87,650		0,501		0,660
216		-6,045		96,681		0,401		0,693
240		-7,475		103,404		0,319		0,718

5.1.1.4. ПЛАВ20, Северное полушарие (20N-90N)

Высота изобарической поверхности 250 гПа

Заблаговременность (часы)	MEAN ERROR (m)		RMSE (m)		KA		S1	
	00 UTC	12 UTC	00 UTC	00 UTC	00 UTC	12 UTC	00 UTC	12 UTC
24	-2,248	-3,302	13,843	14,184	0,994	0,994	0,139	0,136
48	1,524	-0,335	23,649	23,818	0,981	0,982	0,211	0,205
72	1,877	-0,023	37,025	37,176	0,954	0,955	0,287	0,280
96	0,517	-1,574	53,357	53,557	0,904	0,905	0,366	0,359
120	-1,053	-3,438	72,012	72,231	0,827	0,828	0,444	0,434
144		-5,460		90,817		0,730		0,503
168		-7,974		107,543		0,624		0,559
192		-11,013		122,485		0,520		0,605
216		-14,344		135,824		0,421		0,638
240		-17,492		146,578		0,337		0,664

5.1.1.5. ПЛАВ20, Северное полушарие (20N-90N)

Температура воздуха на поверхности 850 гПа

Заблаговременность (часы)	MEAN ERROR (K)		RMSE (K)		KA	
	00 UTC	12 UTC	00 UTC	12 UTC	00 UTC	12 UTC
24	0,052	0,006	1,531	1,734	0,916	0,895
48	0,157	0,061	1,846	2,056	0,882	0,857
72	0,192	0,065	2,163	2,373	0,841	0,814
96	0,171	0,025	2,538	2,756	0,783	0,755
120	0,125	-0,036	2,992	3,202	0,703	0,675
144		-0,083		3,641		0,585
168		-0,127		4,048		0,491
192		-0,185		4,427		0,398
216		-0,229		4,743		0,315
240		-0,278		4,987		0,248



5.1.1.6. ПЛАВ20, Северное полушарие (20N-90N)  
Температура воздуха на поверхности 500 гПа

Заблаговре- менность	MEAN ERROR (K)		RMSE (K)		KA		
	(часы)	00 UTC	12 UTC	00 UTC	12 UTC	00 UTC	12 UTC
24		0,056	0,071	0,790	0,795	0,973	0,973
48		0,158	0,166	1,196	1,197	0,941	0,943
72		0,175	0,184	1,643	1,648	0,890	0,892
96		0,164	0,161	2,142	2,142	0,815	0,819
120		0,124	0,120	2,641	2,648	0,719	0,724
144			0,064		3,124		0,616
168			-0,011		3,528		0,512
192			-0,092		3,867		0,417
216			-0,181		4,167		0,332
240			-0,271		4,405		0,266

5.1.1.7. ПЛАВ20, Северное полушарие (20N-90N)  
Температура воздуха на поверхности 250 гПа

Заблаговре- менность	MEAN ERROR (K)		RMSE (K)		KA		
	(часы)	00 UTC	12 UTC	00 UTC	12 UTC	00 UTC	12 UTC
24		-0,238	-0,243	0,934	0,945	0,961	0,962
48		-0,274	-0,273	1,361	1,370	0,910	0,914
72		-0,307	-0,308	1,804	1,812	0,836	0,841
96		-0,364	-0,367	2,235	2,258	0,741	0,747
120		-0,416	-0,430	2,632	2,661	0,636	0,644
144			-0,504		3,015		0,540
168			-0,581		3,297		0,447
192			-0,660		3,513		0,373
216			-0,734		3,691		0,313
240			-0,787		3,847		0,266

5.1.1.8. ПЛАВ20, Северное полушарие (20N-90N)  
Скорость ветра на поверхности 850 гПа

Заблаговре- менность	MEAN SPEED ERROR (m/c)		RMSEV(m/c)		
	(часы)	00 UTC	12 UTC	00 UTC	12 UTC
24		-0,328	-0,240	3,281	3,226
48		-0,302	-0,230	4,204	4,150
72		-0,321	-0,264	5,217	5,166
96		-0,345	-0,292	6,309	6,292
120		-0,378	-0,326	7,381	7,385
144			-0,367		8,300
168			-0,413		9,086
192			-0,461		9,739
216			-0,502		10,216
240			-0,530		10,540

5.1.1.9. ПЛАВ20, Северное полушарие (20N-90N)  
Скорость ветра на поверхности 500 гПа

Заблаговре- менность	MEAN SPEED ERROR (m/c)		RMSEV(m/c)	
	(часы)	00 UTC	12 UTC	00 UTC
24	-0,266	-0,232	3,591	3,620
48	-0,288	-0,244	5,011	5,036
72	-0,310	-0,258	6,584	6,609
96	-0,336	-0,280	8,286	8,378
120	-0,356	-0,308	10,035	10,110
144		-0,332		11,674
168		-0,381		13,014
192		-0,416		14,120
216		-0,462		14,963
240		-0,475		15,603

5.1.1.10. ПЛАВ20, Северное полушарие (20N-90N)  
Скорость ветра на поверхности 250 гПа

Заблаговре- менность	MEAN SPEED ERROR (m/c)		RMSEV(m/c)	
	(часы)	00 UTC	12 UTC	00 UTC
24	-0,388	-0,327	4,671	4,668
48	-0,388	-0,315	7,008	6,958
72	-0,461	-0,392	9,488	9,426
96	-0,567	-0,499	12,171	12,111
120	-0,644	-0,621	14,882	14,801
144		-0,765		17,323
168		-0,891		19,470
192		-1,030		21,297
216		-1,136		22,731
240		-1,172		23,819

### 5.1.2. ПЛАВ20, Тропики (20N-20S)

#### 5.1.2.1. ПЛАВ20, Тропики (20N-20S)

Высота изобарической поверхности 850 гПа

Заблаговременность (часы)	MEAN ERROR (m)		RMSE (m)		KA		S1	
	00 UTC	12 UTC	00 UTC	12 UTC	00 UTC	12 UTC	00 UTC	12 UTC
24	-0,845	-2,355	7,204	8,186	0,797	0,763	0,508	0,521
48	-2,257	-3,419	8,775	9,728	0,734	0,700	0,562	0,570
72	-2,743	-3,751	9,564	10,167	0,690	0,682	0,580	0,587
96	-3,526	-4,422	10,462	11,058	0,648	0,634	0,598	0,607
120	-4,241	-5,171	11,419	12,267	0,604	0,571	0,617	0,627
144		-5,922		13,645		0,499		0,645
168		-6,686		15,015		0,421		0,665
192		-7,491		16,192		0,353		0,682
216		-8,170		17,343		0,284		0,696
240		-8,760		18,451		0,229		0,709

#### 5.1.2.2. ПЛАВ20, Тропики (20N-20S)

Высота изобарической поверхности 250 гПа

Заблаговременность (часы)	MEAN ERROR (m)		RMSE (m)		KA		S1	
	00 UTC	12 UTC	00 UTC	00 UTC	00 UTC	12 UTC	00 UTC	12 UTC
24	-8,379	-7,692	12,235	11,734	0,922	0,925	0,365	0,369
48	-7,626	-6,872	13,777	13,447	0,880	0,881	0,428	0,429
72	-8,766	-8,724	16,252	16,242	0,832	0,837	0,464	0,465
96	-13,157	-13,675	20,343	20,629	0,782	0,790	0,502	0,504
120	-18,245	-19,006	25,373	25,833	0,717	0,727	0,540	0,543
144		-24,559		31,505		0,652		0,578
168		-30,070		37,197		0,574		0,610
192		-35,482		42,880		0,493		0,640
216		-40,864		48,562		0,410		0,667
240		-45,905		53,749		0,339		0,689

#### 5.1.2.3. ПЛАВ20, Тропики (20N-20S)

Температура воздуха на поверхности 850 гПа

Заблаговременность (часы)	MEAN ERROR (K)		RMSE (K)		KA	
	00 UTC	12 UTC	00 UTC	12 UTC	00 UTC	12 UTC
24	-0,004	-0,013	1,244	1,335	0,653	0,629
48	0,157	0,097	1,464	1,609	0,549	0,485
72	0,167	0,089	1,576	1,763	0,491	0,398
96	0,118	0,032	1,640	1,840	0,449	0,353
120	0,066	-0,030	1,698	1,912	0,413	0,314
144		-0,099		1,986		0,272
168		-0,170		2,058		0,231
192		-0,233		2,131		0,187
216		-0,296		2,191		0,148
240		-0,352		2,236		0,115

5.1.2.4. ПЛИАВ20, Тропики (20N-20S)

Температура воздуха на поверхности 250 гПа

Заблаговременность (часы)	MEAN ERROR (K)		RMSE (K)		KA	
	00 UTC	12 UTC	00 UTC	12 UTC	00 UTC	12 UTC
24	-0,529	-0,509	0,824	0,821	0,782	0,775
48	-0,673	-0,666	1,021	1,027	0,682	0,669
72	-0,768	-0,794	1,156	1,185	0,596	0,584
96	-0,901	-0,956	1,306	1,357	0,522	0,511
120	-1,043	-1,106	1,459	1,521	0,453	0,438
144		-1,257		1,684		0,374
168		-1,395		1,832		0,316
192		-1,524		1,971		0,263
216		-1,657		2,109		0,216
240		-1,782		2,244		0,174

5.1.2.5 ПЛИАВ20, Тропики (20N-20S)

Скорость ветра на поверхности 850 гПа

Заблаговременность (часы)	MEAN SPEED ERROR (м/с)		RMSEV(м/с)	
	00 UTC	12 UTC	00 UTC	12 UTC
24	-0,347	-0,228	3,117	3,074
48	-0,084	0,010	3,775	3,707
72	-0,107	-0,070	4,177	4,056
96	-0,167	-0,115	4,481	4,354
120	-0,195	-0,156	4,800	4,660
144		-0,207		4,951
168		-0,266		5,248
192		-0,309		5,518
216		-0,331		5,744
240		-0,348		5,916

5.1.2.6 ПЛИАВ20, Тропики (20N-20S)

Скорость ветра на поверхности 250 гПа

Заблаговременность (часы)	MEAN SPEED ERROR (м/с)		RMSEV(м/с)	
	00 UTC	12 UTC	00 UTC	12 UTC
24	-0,447	-0,397	4,782	4,813
48	-0,360	-0,341	6,236	6,264
72	-0,429	-0,465	7,373	7,339
96	-0,576	-0,593	8,251	8,271
120	-0,691	-0,719	9,051	9,093
144		-0,862		9,885
168		-0,983		10,644
192		-1,073		11,348
216		-1,176		11,996
240		-1,239		12,529

### 5.1.3. Оценки. ПЛАВ20. Южное полушарие

#### 5.1.3.1. ПЛАВ20, Южное полушарие (20S-90S). Давление на уровне моря

Заблаговременность (часы)	MEAN ERROR (hPa)		RMSE (hPa)		KA		S1	
	00 UTC	12 UTC	00 UTC	12 UTC	00 UTC	12 UTC	00 UTC	12 UTC
24	-0,062	-0,034	2,013	1,909	0,976	0,978	0,250	0,249
48	-0,081	-0,074	2,771	2,649	0,954	0,958	0,325	0,325
72	-0,096	-0,127	3,701	3,597	0,918	0,921	0,400	0,400
96	-0,041	-0,099	4,817	4,741	0,860	0,861	0,472	0,476
120	-0,035	-0,077	6,046	6,021	0,779	0,774	0,541	0,547
144		-0,074		7,299		0,668		0,610
168		-0,052		8,369		0,564		0,659
192		0,013		9,250		0,466		0,699
216		0,078		10,001		0,375		0,728
240		0,140		10,580		0,300		0,749

#### 5.1.3.2. ПЛАВ20, Южное полушарие (20S-90S).

Высота изобарической поверхности 850 гПа

Заблаговременность (часы)	MEAN ERROR (m)		RMSE (m)		KA		S1	
	00 UTC	12 UTC	00 UTC	12 UTC	00 UTC	12 UTC	00 UTC	12 UTC
24	-2,263	-2,053	17,709	16,995	0,971	0,973	0,225	0,224
48	-2,641	-2,620	22,376	21,600	0,954	0,956	0,293	0,293
72	-2,948	-3,262	28,768	28,217	0,923	0,924	0,363	0,362
96	-2,916	-3,442	37,005	36,751	0,870	0,869	0,431	0,434
120	-3,017	-3,447	46,292	46,456	0,795	0,788	0,498	0,503
144		-3,673		56,397		0,686		0,565
168		-3,686		64,907		0,583		0,615
192		-3,318		71,940		0,484		0,655
216		-2,976		78,017		0,392		0,685
240		-2,683		82,910		0,313		0,708

#### 5.1.3.3. ПЛАВ20, Южное полушарие (20S-90S).

Высота изобарической поверхности 500 гПа

Заблаговременность (часы)	MEAN ERROR (m)		RMSE (m)		KA		S1	
	00 UTC	12 UTC	00 UTC	12 UTC	00 UTC	12 UTC	00 UTC	12 UTC
24	2,028	2,056	12,065	11,934	0,994	0,994	0,136	0,137
48	2,722	2,715	20,121	20,189	0,982	0,981	0,207	0,208
72	2,434	2,014	30,975	31,214	0,955	0,954	0,279	0,282
96	1,665	1,077	43,993	44,357	0,909	0,906	0,353	0,356
120	0,441	-0,023	58,312	59,228	0,840	0,832	0,422	0,428
144		-1,475		74,324		0,734		0,493
168		-2,763		88,380		0,625		0,549
192		-3,643		99,580		0,522		0,592
216		-4,568		109,023		0,427		0,625
240		-5,515		116,583		0,344		0,649

5.1.3.4. ПЛАВ20, Южное полушарие (20S-90S)  
 Высота изобарической поверхности 250 гПа

Заблаговре- менность	MEAN ERROR (m)		RMSE (m)		KA		S1	
	(часы)	00 UTC	12 UTC	00 UTC	12 UTC	00 UTC	12 UTC	00 UTC
24	-1,182	-0,983	14,238	14,219	0,995	0,995	0,107	0,108
48	0,121	0,526	25,181	25,500	0,984	0,984	0,168	0,171
72	-0,365	-0,487	39,389	40,309	0,961	0,959	0,233	0,238
96	-2,541	-2,775	56,714	57,920	0,918	0,914	0,301	0,307
120	-5,983	-5,880	76,432	78,046	0,852	0,843	0,368	0,377
144		-9,598		98,850		0,749		0,441
168		-13,325		118,610		0,640		0,496
192		-16,953		134,670		0,537		0,540
216		-20,515		148,427		0,441		0,574
240		-23,792		159,535		0,356		0,600

5.1.3.5. ПЛАВ20, Южное полушарие (20S-90S)  
 Температура воздуха на поверхности 850 гПа

Заблаговре- менность	MEAN ERROR (K)		RMSE (K)		KA	
	(часы)	00 UTC	12 UTC	00 UTC	12 UTC	00 UTC
24	0,242	0,186	1,800	1,799	0,907	0,904
48	0,394	0,333	2,170	2,180	0,865	0,859
72	0,442	0,372	2,504	2,525	0,819	0,811
96	0,403	0,332	2,860	2,890	0,760	0,750
120	0,354	0,277	3,253	3,297	0,687	0,672
144		0,221		3,709		0,583
168		0,175		4,083		0,490
192		0,129		4,395		0,406
216		0,080		4,633		0,335
240		0,032		4,831		0,270

5.1.3.6. ПЛАВ20, Южное полушарие (20S-90S)  
 Температура воздуха на поверхности 500 гПа

Заблаговре- менность	MEAN ERROR (K)		RMSE (K)		KA	
	(часы)	00 UTC	12 UTC	00 UTC	12 UTC	00 UTC
24	0,020	0,040	0,796	0,796	0,978	0,971
48	0,073	0,112	1,220	1,230	0,949	0,936
72	0,069	0,104	1,666	1,683	0,903	0,882
96	0,015	0,054	2,152	2,177	0,835	0,806
120	-0,073	-0,026	2,661	2,694	0,747	0,710
144		-0,126		3,188		0,609
168		-0,230		3,646		0,519
192		-0,344		4,006		0,427
216		-0,460		4,303		0,350
240		-0,574		4,547		0,280

5.1.3.7. ПЛАВ20, Южное полушарие (20S-90S)  
Температура воздуха на поверхности 250 гПа

Заблаговре- менность	MEAN ERROR (K)		RMSE (K)		KA	
	(часы)	00 UTC	12 UTC	00 UTC	12 UTC	00 UTC
24	-0,314	-0,295	0,927	0,926	0,972	0,971
48	-0,354	-0,338	1,347	1,358	0,934	0,932
72	-0,407	-0,398	1,788	1,804	0,878	0,874
96	-0,504	-0,505	2,237	2,268	0,803	0,794
120	-0,634	-0,623	2,671	2,715	0,714	0,699
144		-0,747		3,114		0,599
168		-0,867		3,466		0,501
192		-0,991		3,758		0,414
216		-1,104		3,983		0,345
240		-1,199		4,185		0,283

5.1.3.8. ПЛАВ20, Южное полушарие (20S-90S)  
Скорость ветра на поверхности 850 гПа

Заблаговре- менность	MEAN SPEED ERROR (m/c)		RMSEV(m/c)	
	(часы)	00 UTC	12 UTC	00 UTC
24	-0,202	-0,178	3,220	3,203
48	-0,255	-0,215	4,341	4,320
72	-0,306	-0,269	5,525	5,515
96	-0,367	-0,325	6,755	6,771
120	-0,452	-0,387	7,981	8,026
144		-0,427		9,192
168		-0,476		10,154
192		-0,530		10,919
216		-0,563		11,498
240		-0,583		11,934

5.1.3.9. ПЛАВ20, Южное полушарие (20S-90S)  
Скорость ветра на поверхности 500 гПа

Заблаговре- менность	MEAN SPEED ERROR (m/c)		RMSEV(m/c)	
	(часы)	00 UTC	12 UTC	00 UTC
24	-0,289	-0,251	3,661	3,682
48	-0,285	-0,243	5,320	5,334
72	-0,267	-0,225	7,039	7,062
96	-0,276	-0,243	8,851	8,887
120	-0,340	-0,287	10,653	10,758
144		-0,325		12,523
168		-0,344		14,129
192		-0,403		15,358
216		-0,461		16,301
240		-0,516		17,054

5.1.3.10. ПЛАВ20, Южное полушарие (20S-90S)<sub>2</sub>  
 Скорость ветра на поверхности 250 гПа

Заблаговре- менность (часы)	MEAN SPEED ERROR (m/c)		RMSEV(m/c)	
	00 UTC	12 UTC	12 UTC	12 UTC
24	-0,296	-0,311	4,637	4,663
48	-0,300	-0,256	6,982	7,077
72	-0,355	-0,333	9,480	9,639
96	-0,514	-0,478	12,164	12,398
120	-0,698	-0,656	14,949	15,270
144		-0,811		18,047
168		-0,936		20,543
192		-1,067		22,570
216		-1,196		24,159
240		-1,288		25,379



### 5.3. Глобальная спектральная модель Гидрометцентра России, версия Т339L31

#### 5.3.1. Оценки Т339L31 за 2016 г., Северное полушарие (20°N – 90°N)

##### 5.3.1.1. Т339L31, Северное полушарие, Давление на уровне моря

Заблаговре- -менность (часы)	ME (hPa)		RMSE (hPa)		KA		S1	
	00 ВСВ	12 ВСВ	00 ВСВ	12 ВСВ	00 ВСВ	12 ВСВ	00 ВСВ	12 ВСВ
24	0,0	-0,1	1,9	1,9	0,97	0,97	0,34	0,34
48	0,1	0,0	2,8	2,8	0,94	0,94	0,42	0,43
72	0,1	0,0	3,8	3,9	0,89	0,89	0,51	0,51
96		0,0		5,0		0,82		0,59
120		0,0		6,0		0,73		0,67
144		0,0		7,1		0,63		0,73
168		0,1		8,0		0,53		0,78
192		0,1		8,8		0,44		0,82
216		0,1		9,4		0,37		0,84
240		0,1		9,9		0,32		0,86

##### 5.3.1.2. Т339L31, Северное полушарие, Высота изобарической поверхности 500 гПа

Заблаговре- -менность (часы)	ME (м)		RMSE (м)		KA		S1	
	00 ВСВ	12 ВСВ	00 ВСВ	12 ВСВ	00 ВСВ	12 ВСВ	00 ВСВ	12 ВСВ
24	-0,4	-0,3	12,8	12,8	0,99	0,99	0,19	0,19
48	-0,5	-0,2	22,4	22,5	0,97	0,97	0,28	0,28
72	0,2	0,4	35,0	34,9	0,93	0,93	0,37	0,37
96		0,4		48,6		0,87		0,45
120		0,1		62,2		0,78		0,52
144		0,4		75,8		0,68		0,59
168		-0,2		87,0		0,58		0,63
192		-0,1		96,9		0,49		0,67
216		-0,1		104,1		0,41		0,70
240		0,0		109,6		0,35		0,72

##### 5.3.1.3. Т339L31, Северное полушарие, Высота изобарической поверхности 250 гПа

Заблаговре- -менность (часы)	ME (м)		RMSE (м)		KA		S1	
	00 ВСВ	12 ВСВ	00 ВСВ	12 ВСВ	00 ВСВ	12 ВСВ	00 ВСВ	12 ВСВ
24	-0,2	-0,1	18,0	18,2	0,99	0,99	0,16	0,17
48	-0,3	-0,3	31,3	31,4	0,97	0,97	0,24	0,24
72	0,6	0,4	48,3	48,2	0,93	0,93	0,32	0,32
96		0,9		66,9		0,87		0,40
120		0,7		86,1		0,78		0,47
144		1,4		105,1		0,69		0,53
168		0,3		120,3		0,59		0,58
192		0,3		134,0		0,50		0,61
216		0,3		144,1		0,43		0,64
240		0,4		151,2		0,38		0,66

5.3.1.4 T339L31, Северное полушарие,  
Температура воздуха на поверхности 500 гПа

Заблаговременность (часы)	ME (K)		RMSE (K)		KA	
	00 VCB	12 VCB	00 VCB	12 VCB	00 VCB	12 VCB
24	0,1	0,2	1,1	1,1	0,95	0,96
48	0,0	0,0	1,5	1,5	0,91	0,92
72	-0,2	-0,2	2,0	2,0	0,85	0,85
96		-0,4		2,5		0,77
120		-0,7		3,0		0,68
144		-0,9		3,5		0,57
168		-1,1		3,9		0,48
192		-1,4		4,3		0,40
216		-1,6		4,6		0,34
240		-1,8		4,8		0,29

5.3.1.5. T339L31, Северное полушарие,  
Температура воздуха на поверхности 250 гПа

Заблаговременность (часы)	ME (K)		RMSE (K)		KA	
	00 VCB	12 VCB	00 VCB	12 VCB	00 VCB	12 VCB
24	0,7	0,7	1,4	1,5	0,92	0,92
48	0,8	0,8	2,0	2,0	0,83	0,84
72	0,9	0,9	2,4	2,4	0,74	0,74
96		0,8		2,7		0,64
120		0,6		3,0		0,55
144		0,4		3,3		0,46
168		0,1		3,5		0,39
192		-0,1		3,6		0,33
216		-0,3		3,8		0,28
240		-0,6		3,9		0,24

5.3.1.6. T339L31, Северное полушарие,  
Скорость ветра на поверхности 500 гПа

Заблаговременность (часы)	MEAN SPEED ERROR (м/с)		RMSEV(м/с)	
	00 VCB	12 VCB	00 VCB	12 VCB
24	-0,3	-0,3	4,3	4,2
48	-0,2	-0,2	5,9	6,0
72	-0,1	-0,1	7,8	7,7
96		-0,1		9,5
120		-0,1		11,1
144		-0,2		12,5
168		-0,2		13,6
192		-0,3		14,6
216		-0,4		15,3
240		-0,4		15,8

5.3.1.7. T339L31, Северное полушарие,  
Скорость ветра на поверхности 250 гПа

Заблаговре- менность (часы)	MEAN SPEED ERROR (м/с)		RMSEV(м/с)	
	00 BCB	12 BCB	00 BCB	12 BCB
24	-0,9	-0,8	6,0	5,9
48	-0,9	-0,9	8,4	8,4
72	-0,8	-0,9	11,1	11,1
96		-1,0		13,7
120		-1,1		16,1
144		-1,3		18,2
168		-1,5		19,9
192		-1,6		21,4
216		-1,7		22,5
240		-1,8		23,4

### 5.3.2 T339L31 Оценки за 2016 г., Тропики (20 N – 20 S)

#### 5.3.2.1 - T339L31, Тропики

Высота изобарической поверхности 850 гПа

Заблаговре- -менность (часы)	ME (м)		RMSE (м)		KA		S1	
	00 ВСВ	12 ВСВ	00 ВСВ	12 ВСВ	00 ВСВ	12 ВСВ	00 ВСВ	12 ВСВ
24	-0,1	0,0	7,1	7,2	0,86	0,86	0,48	0,49
48	-0,1	0,0	8,2	8,3	0,83	0,82	0,50	0,52
72	-0,2	0,1	9,5	9,5	0,79	0,78	0,52	0,54
96		0,4		10,7		0,74		0,56
120		0,4		11,9		0,69		0,59
144		0,2		13,1		0,62		0,61
168		-0,2		14,5		0,57		0,64
192		-0,5		15,2		0,55		0,65
216		-0,5		15,9		0,51		0,66
240		-0,5		16,3		0,49		0,68

#### 5.3.2.2 - T339L31, Тропики

Высота изобарической поверхности 250 гПа

Заблаговре- -менность (часы)	ME (м)		RMSE (м)		KA		S1	
	00 ВСВ	12 ВСВ	00 ВСВ	12 ВСВ	00 ВСВ	12 ВСВ	00 ВСВ	12 ВСВ
24	2,0	2,1	12,3	12,3	0,91	0,90	0,52	0,52
48	1,6	1,1	14,2	14,1	0,87	0,86	0,55	0,55
72	0,1	0,2	15,8	15,6	0,83	0,83	0,57	0,57
96		0,6		18,0		0,77		0,60
120		-0,4		20,7		0,71		0,63
144		-1,7		23,6		0,64		0,64
168		-3,4		27,1		0,57		0,67
192		-4,7		30,2		0,50		0,69
216		-5,6		32,6		0,44		0,71
240		-6,3		34,7		0,37		0,72

5.3.2.3 - T339L31, Тропики  
Температура воздуха на поверхности 850 гПа

Заблаговре- менность (часы)	ME (K)		RMSE (K)		KA	
	00 VCB	12 VCB	00 VCB	12 VCB	00 VCB	12 VCB
24	1,4	1,4	1,9	1,9	0,65	0,60
48	1,3	1,2	1,9	1,9	0,58	0,52
72	1,1	0,9	1,9	1,9	0,53	0,45
96		0,7		1,8		0,41
120		0,4		1,8		0,37
144		0,2		1,9		0,35
168		0,0		1,9		0,32
192		-0,2		2,0		0,30
216		-0,3		2,1		0,28
240		-0,5		2,1		0,25

5.3.2.4 - T339L31, Тропики  
Температура воздуха на поверхности 250 гПа

Заблаговре- менность (часы)	ME (K)		RMSE (K)		KA	
	00 VCB	12 VCB	00 VCB	12 VCB	00 VCB	12 VCB
24	1,1	1,0	1,4	1,3	0,70	0,69
48	1,6	1,5	1,9	1,7	0,61	0,61
72	1,7	1,5	2,0	1,8	0,55	0,54
96		1,3		1,7		0,47
120		0,9		1,5		0,42
144		0,6		1,4		0,37
168		0,2		1,3		0,33
192		-0,2		1,4		0,29
216		-0,6		1,5		0,26
240		-0,9		1,7		0,24

5.3.2.5 - T339L31, Тропики  
Скорость ветра на поверхности 850 гПа

Заблаговременность (часы)	MEAN SPEED ERROR (м/с)		RMSEV(м/с)	
	00 ВСВ	12 ВСВ	00 ВСВ	12 ВСВ
24	0,5	0,6	3,9	3,7
48	0,2	0,2	4,4	4,2
72	-0,1	0,0	4,8	4,7
96		-0,2		5,1
120		-0,5		5,5
144		-0,6		5,8
168		-0,6		6,1
192		-0,7		6,3
216		-0,7		6,5
240		-0,7		6,6

5.3.2.1 - T339L31, Тропики  
Скорость ветра на поверхности 250 гПа

Заблаговременность (часы)	MEAN SPEED ERROR (м/с)		RMSEV (м/с)	
	00 ВСВ	12 ВСВ	00 ВСВ	12 ВСВ
24	-0,2	-0,2	5,9	5,8
48	-0,3	-0,3	7,3	7,3
72	-0,2	-0,3	8,5	8,5
96		-0,4		9,5
120		-0,6		10,3
144		-0,8		10,9
168		-1,0		11,6
192		-1,1		12,3
216		-1,3		12,9
240		-1,3		13,3

### 5.3.3. - T339L31 оценки за 2016 г., Южное полушарие

#### 5.3.3.1 - T339L31, Южное полушарие Давление на уровне моря

Заблаговременность (часы)	ME (hPa)		RMSE (hPa)		KA		S1	
	00 ВСВ	12 ВСВ	00 ВСВ	12 ВСВ	00 ВСВ	12 ВСВ	00 ВСВ	12 ВСВ
24	0,0	0,0	2,2	2,3	0,98	0,98	0,27	0,28
48	0,0	0,0	3,2	3,2	0,96	0,95	0,36	0,36
72	0,0	-0,1	4,5	4,5	0,91	0,91	0,45	0,45
96		-0,1		5,9		0,85		0,53
120		0,0		7,4		0,77		0,60
144		0,0		8,7		0,68		0,65
168		0,0		9,8		0,60		0,70
192		0,0		10,5		0,54		0,73
216		0,0		11,1		0,49		0,75
240		-0,1		11,5		0,45		0,77

#### 5.3.3.2 - T339L31, Южное полушарие Высота изобарической поверхности 500 гПа

Заблаговременность (часы)	ME (м)		RMSE (м)		KA		S1	
	00 ВСВ	12 ВСВ	00 ВСВ	12 ВСВ	00 ВСВ	12 ВСВ	00 ВСВ	12 ВСВ
24	0,9	0,7	16,3	16,4	0,99	0,99	0,18	0,18
48	0,4	0,4	26,8	26,9	0,97	0,97	0,26	0,26
72	0,1	0,4	40,8	41,0	0,93	0,93	0,34	0,34
96		0,7		56,8		0,87		0,41
120		1,1		73,7		0,78		0,48
144		1,4		90,4		0,67		0,54
168		0,9		103,9		0,55		0,59
192		0,8		113,6		0,47		0,62
216		0,8		121,1		0,40		0,65
240		0,8		127,2		0,33		0,66

#### 5.3.3.3 - T339L31, Южное полушарие Высота изобарической поверхности 250 гПа

Заблаговременность (часы)	ME (м)		RMSE (м)		KA		S1	
	00 ВСВ	12 ВСВ	00 ВСВ	12 ВСВ	00 ВСВ	12 ВСВ	00 ВСВ	12 ВСВ
24	1,4	1,4	22,7	22,7	0,99	0,99	0,16	0,16
48	0,5	0,8	37,2	37,1	0,97	0,97	0,23	0,23
72	-0,1	0,9	54,3	54,3	0,93	0,94	0,29	0,29
96		1,4		74,4		0,88		0,36
120		2,0		96,6		0,79		0,43
144		2,3		119,3		0,69		0,49
168		1,6		138,4		0,57		0,53
192		1,5		151,8		0,49		0,57
216		1,4		162,2		0,42		0,59
240		1,5		170,6		0,35		0,61

5.3.3.4 - T339L31, Южное полушарие  
Температура воздуха на поверхности 500 гПа

Заблаговременность (часы)	ME (K)		RMSE (K)		KA	
	00 VCB	12 VCB	00 VCB	12 VCB	00 VCB	12 VCB
24	0,1	0,1	1,1	1,1	0,95	0,95
48	0,1	0,1	1,6	1,6	0,91	0,91
72	0,0	0,0	2,1	2,1	0,85	0,85
96		-0,2		2,6		0,77
120		-0,3		3,1		0,66
144		-0,5		3,6		0,55
168		-0,7		4,0		0,43
192		-0,9		4,3		0,34
216		-1,1		4,6		0,27
240		-1,3		4,8		0,21

5.3.3.5 - T339L31, Южное полушарие  
Температура воздуха на поверхности 250 гПа

Заблаговременность (часы)	ME (K)		RMSE (K)		KA	
	00 VCB	12 VCB	00 VCB	12 VCB	00 VCB	12 VCB
24	0,6	0,6	1,5	1,5	0,92	0,92
48	0,6	0,6	2,0	1,9	0,85	0,85
72	0,6	0,6	2,3	2,3	0,78	0,78
96		0,4		2,6		0,71
120		0,2		2,9		0,63
144		0,0		3,2		0,55
168		-0,3		3,5		0,47
192		-0,6		3,7		0,42
216		-0,9		3,9		0,38
240		-1,1		4,0		0,35

5.3.3.6 - T339L31, Южное полушарие  
Скорость ветра на поверхности 500 гПа

Заблаговременность (часы)	MEAN SPEED ERROR (м/с)		RMSEV(м/с)	
	00 VCB	12 VCB	00 VCB	12 VCB
24	-0,4	-0,4	4,4	4,5
48	-0,3	-0,2	6,4	6,4
72	-0,1	-0,1	8,4	8,4
96		0,0		10,4
120		-0,1		12,4
144		-0,1		14,2
168		-0,2		15,6
192		-0,3		16,6
216		-0,3		17,4
240		-0,4		18,0



5.2.3.1 - T339L31, Южное полушарие  
Скорость ветра на поверхности 250 гПа

Заблаговременность (часы)	MEAN SPEED ERROR (м/с)		RMSEV(м/с)	
	00 BCB	12 BCB	00 BCB	12 BCB
24	-0,9	-0,9	6,2	6,2
48	-0,7	-0,8	9,0	8,9
72	-0,6	-0,7	11,7	11,6
96		-0,8		14,5
120		-0,9		17,3
144		-1,1		20,0
168		-1,3		22,3
192		-1,5		24,0
216		-1,6		25,1
240		-1,8		25,9

Обозначения:

ME – средняя ошибка (BIAS)

RMSE – средняя квадратическая ошибка;

КА - коэффициент корреляции аномалий;

S1 – Градиентная ошибка (“уровень мастерства”)

MEAN SPEED ERROR – ошибка векторной разности

RMSEV – средняя квадратическая ошибка прогноза вектора скорости ветра;

#### 5.4 Верификация продукции системы ансамблевых прогнозов

Вероятностные оценки успешности среднесрочных ансамблевых прогнозов рассчитываются в соответствии с требованиями Ведущего Центра по Верификации Ансамблевых Прогнозов (Япония, <http://epsv.kishou.go.jp/EPSv/>, “Guideline on the Exchange and Use of EPS Verification Results” (Руководство по обмену и использованию результатов верификации САП), <http://epsv.kishou.go.jp/EPSv/guideline.pdf>). Средние за месяц значения передаются на сайт Ведущего центра по верификации ансамблевых прогнозов, где они представляются в графической форме.

#### 5.5 Исследования, выполняемые в данной области

Развитие объектно-ориентированных и методов нечеткой верификации краткосрочных детерминированных прогнозов осадков. Проводится адаптация прогноза в локализованной области вблизи узлов прогностической сетки (fuzzy) и объектно-ориентированных методов верификации мезомасштабных прогнозов к потокам оперативной информации радарных наблюдений. Особое внимание уделялось проблеме верификации в условиях горного рельефа с учетом потребности метеорологического обеспечения Олимпийских игр в Сочи в 2014 г. Исследуются различные функции слияния и спаривания объектов осадков (выделяемых на основе порогового значения часовых сумм осадков) с использованием статистического пакета R SpatialVx. Эксперименты проводились для периода Олимпиады Сочи-2014 (15 января-15 марта 2014 г.). Показано, что полезной является опция отсекаания объектов малой площади (меньше заданного кол-ва узлов сетки). Внедренная в оперативную работу унифицированная система верификации краткосрочных численных прогнозов погоды VERSUS-2 (совместная разработка консорциума COSMO), дополняется блоками расчета качества вероятностных прогнозов, а также расчета доверительных интервалов.

*Развитие систем верификации долгосрочных прогнозов:* Реализация оперативного использования набора рекомендованных ВМО (2002 г.) характеристик верификации для долгосрочных прогнозов погоды: среднее квадратическое качество (MSSS), относительная оперативная характеристика (ROC), диаграммы надежности и показатель Джеррити, дополнительно к стандартным статистическим характеристикам (типа коэффициента корреляции, корреляции знаков и т.д.). Планируется включение процедур перекрестных проверок для получения устойчивых оценок качества и расширение номенклатуры прогнозируемых полей в версии модели ПЛИАВ, предназначенной для сезонных прогнозов в соответствии с протоколом проекта S2S.

Разработаны и частично внедрены параметрические и непараметрические методы оценки значимости для прогнозов различной успешности долгосрочных прогностических схем, использующие различные статистические пакеты (IMSL, STATISTICA, R).

### 6. Планы на будущее (2018-2022)

#### 6.1. Развитие ГСОДП

##### 6.1.1. Основные изменения в оперативной СОДП, ожидаемые в 2018 году:

Внедрение в оперативную эксплуатацию:

- усовершенствованной версии глобальной полулагранжевой модели атмосферы ПЛИАВ20 (гибридная вертикальная координата, новые параметризации облачности и пограничного слоя атмосферы).

- усовершенствованной версии глобальной спектральной модели атмосферы T339L31.

- усовершенствованной системы мультимодельного ансамблевого прогноза на краткие и средние сроки с разрешением 70 км с использованием «бридинг-метода» и с размером ансамбля не менее 16 реализаций.

- Версии технологии COSMO-Ru с шагом 1 км для региона г. Сочи

#### 6.1.2. Основные изменения в оперативной СОДП, ожидаемые в 2018-2022 годах

Реализация циклического усвоения с глобальными моделями Гидрометцентра России.

Внедрение и усовершенствование глобальной полулагранжевой модели атмосферы с пространственным разрешением около 10 - км и 85-100 уровнями по вертикали.

Внедрение версии глобальной спектральной модели T339L63

Введение в оперативную эксплуатацию новой версии ансамблевой системы прогнозов на средние сроки с увеличенным размером ансамбля, расширенным набором выходной продукции и усовершенствованным построением, включающим статистическую коррекцию.

Создание технологической инфраструктуры (базирующейся на развитии web-технологий) по выпуску сезонных - межгодовых прогнозов для территории России. Реализация унифицированной единой технологии глобального прогноза на месяц и сезон.

- Усвоение океанографических данных:

- Включение в систему усвоения данных спутниковой альтиметрии.

- Запуск оперативной технологии системы усвоения.

- Реанализ гидрофизических полей океана на интервале 2005 г – текущее время.

- Повышение разрешения модели общей циркуляции океана.

Создание версии разработанной схемы анализа 3D-Var для прогностической модели на ограниченной территории (в рамках деятельности COSMO).

### **6.2. Планируемые исследования в области ЧПП, сверх-краткосрочного и долгосрочного прогнозирования в 2018 - 2019 гг.**

#### 6.2.1. Планируемые исследования в области ЧПП

- Усвоение данных: Развитие ансамблевых подходов. Усовершенствование локального ансамблевого фильтра Калмана с преобразованием ансамбля (LETKF) совместно с моделью ПЛАВ. Развитие усвоения данных для мезомасштаба. Включение учёта реальной статистики ошибок спутниковых наблюдений.

- Глобальное моделирование: Усовершенствование и обновление физических параметризаций глобальных моделей (спектральной и конечно-разностной полулагранжевой) для новых конфигураций. Повышение вертикального разрешения модели ПЛАВ с 50 до 80-100 уровней, а также верхней границы расчетной области с 5 до 0.3 гПа. Численные эксперименты с версией модели ПЛАВ с разрешением 0,09x0,08 градуса, 85 уровней. Реализация редуцированной широтно-долготной сетки в полной модели ПЛАВ. Улучшение описание стратосферы: параметризация конвективных гравитационных волн.

- Повышение количества уровней в глобальной спектральной модели с 31 до 63.

- Ансамблевое прогнозирование: Исследование возможности использования различных подходов к генерации возмущений начальных данных – гибридной вариационной схемы ансамблевого усвоения данных и локального ансамблевого фильтра Калмана. Настройка схемы статистической коррекции.

- Развитие системы COSMO-Ru: усовершенствование блоков подготовки начальных данных для подстилающей поверхности и нижних уровней атмосферы с использованием детальных синоптических наблюдений. Опытная реализация системы мезомасштабного прогнозирования для региона Москвы на основе COSMO-Ru2 и версий модели с шагом сетки 1 км.

#### 6.2.2. Планируемые исследования в области долгосрочного прогнозирования:

Усовершенствование модели ПЛИАВ в версии для долгосрочного прогноза (новые параметризации, повышенное горизонтальное разрешение  $0.9 \times 0.72^\circ$  и вертикальное разрешение 85 уровней). Эксперименты с совместной моделью атмосферы (ПЛИАВ) и океана по историческим сезонным прогнозам. Разработка технологии оперативного применения совместной модели;

Прогноз статистических характеристик экстремальных метеорологических явлений;

Исследование зависимости предсказуемости на месяц вперед от фаз мод крупномасштабной изменчивости.

Исследование предсказуемости при использовании различных схем физических параметризаций;

Исследование предсказуемости с применением различных схем комплексации гидродинамических моделей.

Дополнительные исследования планируются в рамках проектов Северо-Евразийского климатического центра (СЕАКЦ):

1) Разработка средних постанционных прогнозов с использованием суперансамбля модели СЕАКЦ с модифицированной технологией адаптации на базе недельной дискретизации выходной продукции модели.

2) Включение процедуры постанционного прогноза для территории бывшего СССР в оперативную схему СЕАКЦ, интегрируемую на 90 суток с недельной дискретностью.

## 7. Участие в консорциумах

Россия (Росгидромет) является членом консорциума по мезомасштабному моделированию COSMO.

### 7.1. Система моделирования

7.1.1. В оперативной эксплуатации (см. рисунки):

Адаптированная для технологий ММЦ «Москва» версии модели COSMO

Formatted: Russian

COSMO-Ru7: - ~~Версия модели COSMO, адаптированная для технологий ММЦ «Москва»~~ с шагом сетки 7 км для области, включающей территории с запада на восток: от Германии до запада Западной Сибири и с севера на юг от Баренцева и Карского морей до Средиземного моря. Количество узлов: 700×620×40.

Formatted: Strikethrough, Highlight

COSMO-RuSib — ~~версия COSMO-Ru~~ с шагом 13,2 км для территории: с запада на восток от Европейской части России до Восточной Сибири и с севера на юг от побережий морей Северного Ледовитого океана до южных границ России и Монголии.

Formatted: Strikethrough, Highlight

COSMO-Ru2CFO, COSMO-Ru2SFO, COSMO-Ru2VFO - версии COSMO-Ru, «встроенные» в COSMO-Ru7 (система COSMO-Ru07/02) - шаг 2,2 км, области: Центральный федеральный округ (CFO) и Северо-Кавказский регион (SFO), Татарстана (VFO) (см. рисунки).

COSMO-Ru1SFO – версия COSMO-Ru, «встроенная» в COSMO-Ru2SFO – шаг 1,1 км, район Сочи.

Области интегрирования системы краткосрочного прогноза погоды COSMO-Ru с шагами сетки:

Formatted: Russian

13,2 км (COSMO-Ru13-ENA, закрашенная область),

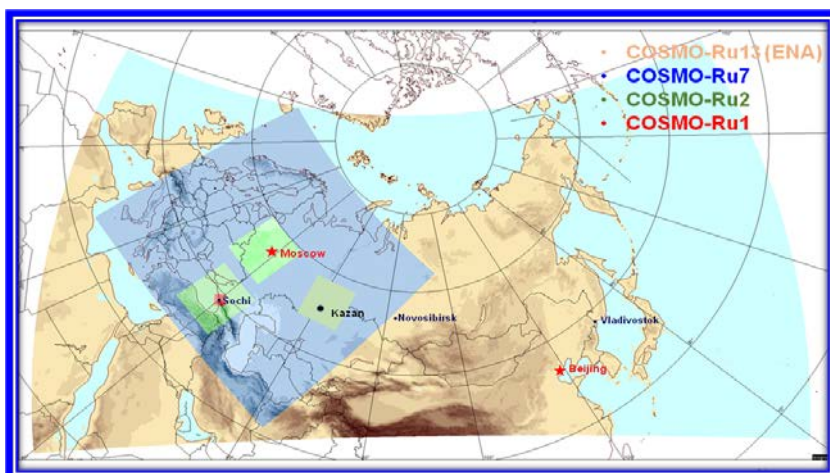
7 км (COSMO-Ru7, голубой прямоугольник),

2,2 км (COSMO-Ru2, зеленые прямоугольники),

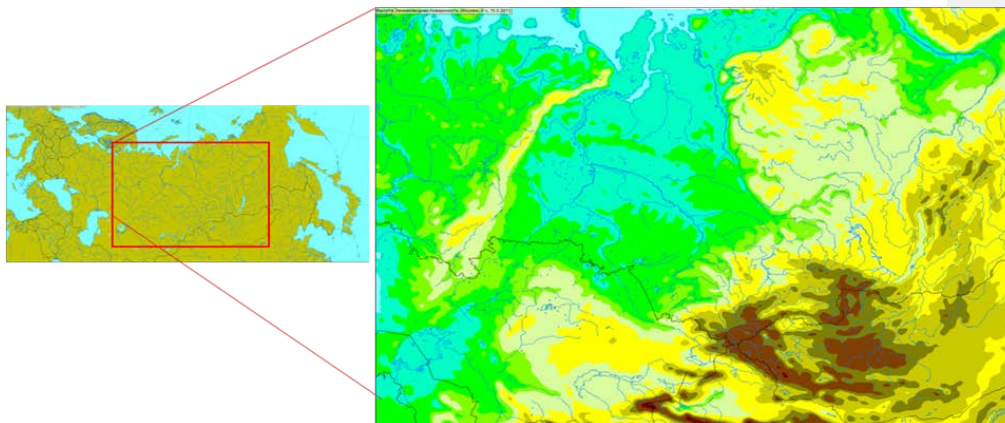
1,1 км (COSMO-Ru1, красный прямоугольник).

~~Рисунки не соответствуют!~~

Formatted: Strikethrough



Области интегрирования COSMO RuSib13.



#### 7.1.2. Исследования в этой области

Разработка новой конфигурации COSMO-Ru для области интегрирования, включающую всю территорию России с шагом 6.6 км.

Выполнение работ в рамках рабочих групп Консорциума COSMO: WG1: развитие технологий усвоения данных; WG2: Тестирование и сравнение динамического ядра модели COSMO и ICON; WG3a: участие в разработке новой схемы турбулентности - мелкой конвекции для моделирования с разрешением менее 2 км; WG3b: разработка схемы параметризации болот, разработка системы уточненных расчетов значений водного эквивалента снега в рамках системы усвоения данных о глубине снежного покрова; WG5: развитие алгоритмов вероятностных оценок для верификации ансамблевых прогнозов, участие в проекте INSPECT для сравнения пространственных методов верификации; WG6: тестирование новых версий модели COSMO; WG7: развитие методов мезомасштабного ансамблевого моделирования).

#### **7.2. График расчетов, заблаговременность прогнозов**

COSMO-Ru13-ENA: по начальным данным за сроки 00 и 12 ВСВ: старт +02-50, окончание +04-20, максимальная заблаговременность 120 часов, продукция выдается с шагом по заблаговременностям 3 часа.

COSMO-Ru13-ENA: по начальным данным за сроки 06 и 18 ВСВ, старт +02-50, окончание +04-00, максимальная заблаговременность 78 часов, продукция выдается с шагом по заблаговременностям 3 часа.

COSMO-Ru7: по начальным данным за сроки 00 и 12 ВСВ: старт+02-50, окончание +03-30, максимальная заблаговременность 78 часов, продукция выдается с шагом по заблаговременностям 3 часа

COSMO-Ru7: по начальным данным за сроки 06 и 18 ВСВ: старт +02-50, окончание +03-15, максимальная заблаговременность 48 часов, продукция выдается с шагом по заблаговременностям 3 часа

COSMO-Ru2cfo: по начальным данным за сроки 00, и 12 ВСВ: старт +03-40, окончание +04-15, максимальная заблаговременность 42 часа, продукция выдается с шагом по заблаговременностям 1 час.

COSMO-Ru2cfo: по начальным данным за сроки 06 и 18 ВСВ: старт +03-15, окончание +03-50 максимальная заблаговременность 42 часа, продукция выдается с шагом по заблаговременностям 1 час

COSMO-Ru2sfo: по начальным данным за сроки 00 и 12 ВСВ: старт +04-20, окончание +05-25, максимальная заблаговременность 42 часа, продукция выдается с шагом по заблаговременностям 1 час.

COSMO-Ru1sfo: по начальным данным за сроки 00, 06, 12 и 18 ВСВ: старт +01-05, окончание +01-25, максимальная заблаговременность 36 часов, продукция выдается с шагом по заблаговременностям 1 час.

COSMO-Ru2vfo: по начальным данным за сроки 00, 06, 12 и 18 ВСВ: старт +03-50, окончание +05-10, максимальная заблаговременность 42 часа, продукция выдается с шагом по заблаговременностям 1 час.

Formatted: Font color: Auto

### **7.3. Список стран, участвующих в консорциуме:**

Германия, Швейцария, Италия, Греция, Польша, Румыния, Россия, Израиль.

Каждая страна поддерживает свою собственную технологию на основе предоставляемых консорциумом кодов модели, начальных и боковых условий из глобальной модели Немецкой службы погоды или Европейского центра среднесрочных прогнозов и инфраструктурных элементов (верификация, пост-процессинг). Программное обеспечение модели позволяет использовать начальные и боковые условия из системы «вложенных» сеток.

### **7.4. Усвоение данных, объективный анализ и инициализация**

#### **7.4.1. В оперативной технологии**

Используются результаты глобальной системы усвоения данных Немецкой службы погоды, поступающие для каждого начального срока из системы глобального моделирования ICON (в 2016 г., шаг сетки 13 км):

Работа встроенной в программное обеспечение COSMO системы непрерывного усвоения информации наблюдений на основе метода “nudging”

#### **7.4.2. Исследования, выполняемые в данной области**

Усовершенствование встроенной в программное обеспечение COSMO системы непрерывного усвоения информации наблюдений на основе метода “nudging” для COSMO-Ru7 и COSMO-Ru2 путем дополнительного усвоения наблюдений за приземной температурой по данным метеорологических станций и коррекции температуры нижних атмосферных и верхних почвенных слоев. Анализ эффективности использования данной системы.

Адаптация алгоритмов и технологии разрабатываемой глобальной системы 3D-Var ММЦ «Москва» для выполнения усвоения данных в рамках систем COSMO-Ru.

## 7.5. Оперативно доступная продукция численного моделирования

### 7.5.1. В коде ГРИБ:

На расчетной сетке модели предоставляется широкий спектр продукции в различных системах вертикальных координат:

основные элементы: значения давления, температуры, скорости ветра, вертикальные скорости, характеристики влажности воздуха, водности и лёдности в атмосфере, высот геопотенциальных поверхностей. ;

одноуровневые характеристики: облачность различных ярусов, приземные характеристики воздуха: температура воздуха на уровне 2м, точка росы на уровне 2м, суммы осадков, компоненты скорости ветра и значения порывов на высоте 10м, давление у земной поверхности и приведенное давление к уровню моря, компоненты теплового и радиационного балансов, глубина снега и его водный эквивалент, радиационные потоки, индексы и характеристики опасной погоды, данные о радиолокационной отражаемости, индекс гроз для 2 и 1 км версий, температура и водность на 8 почвенных уровнях.

Сообщения ГРИБ передаются пользователям по отобранной номенклатуре на основе FTP по адресам пользователям.

### 7.5.2. В графических форматах

А) в виде карт

Карты (для срока 00 подготавливается порядка 2000 карт) с визуализацией на основе графической системы GRADS автоматически формируются и распространяются по адресам пользователям по сети Интернет (FTP) и локальным сетям:

- давление на у.м. + облачность среднего яруса + 3-ч суммы осадков,
- высота поверхности 500 гПа + приземная температура воздуха + давление на уровне моря;
- фоновый приземный ветер и его порывы;
- функции тока, ветер на 10 м и порывы над акваториями Балтийского, Черного и Каспийского морей;
- высота границ конвекции и ветер на 500 гПа.

Отдельные виды графической продукции размещается в открытом доступе на сайтах:

<http://meteoinfo.ru/cosmo-maps>,

<http://metavia2.ru/main.php>,

<http://asia.meteorf.ru>

<http://asia.meteorf.ru>

<http://swfdp-ca.meteoinfo.ru>

<http://sibnigmi.ru/cgi-bin/inst/index.pl?5&2>.

Б) в виде метеограмм:

Метеограммы с визуализацией на основе графической системы GRADS. В ММЦ/РСМЦ Москва формируются для 300 узлов сетки в пределах России и распространяется на основе FTP, Интернет и локальным сетям по адресам пользователям. Часть метеограмм размещается в открытом доступе на [eairre](http://www.meteoinfo.ru/-cosmo-ru) <http://www.meteoinfo.ru/-cosmo-ru>

Field Code Changed

Formatted: Font color: Auto



В) в виде вертикальных профилей и аэрологических диаграмм:

С помощью GRADS регулярно подготавливаются вертикальные профили для температуры, ветра, влажности для 6 пунктов: Москва, Санкт-Петербург, Адлер, Сочи, Красная Поляна, Новороссийск.

С помощью NCL подготавливаются прогностические аэрологические диаграммы в рамках проекта WMO SWFDP-CA для 4 столиц: Ташкент, Астана, Бишкек, Душанбе.

<http://asia.meteorf.ru>

<http://swfdp-ca.meteoinfo.ru>

Formatted: Font color: Auto

Field Code Changed

Formatted: Font color: Auto

Formatted: Underline, Font color: Auto

## 7.6. Верификация прогностических продуктов

На основе системы верификации VERSUS-2 консорциума COSMO регулярно вычисляются показатели качества прогнозов температуры, давления, осадков, облачного покрова, скорости ветра, температуры точки росы по Европейской территории России, и по общей области интегрирования моделей стран-членов Консорциума. Проводится также условная верификация, т.е. расчет оценок основных элементов погоды при заданных метеорологических условиях (например, при малом или сплошном облачном покрове, и др.). Результаты верификации выкладываются на сайте Консорциума COSMO.

На основе внутренней системы верификации Гидрометцентра России в оперативном режиме производится верификация прогнозов полусуточных сумм осадков, температуры, точки росы, фоновой скорости и порывов ветра, давления.

## 7.7. Планы на 2018 - 2019 гг.:

### 7.7.1. Основные изменения в оперативной технологии:

Реализовать и организовать оперативные расчеты по новой конфигурации COSMO-Ru для области интегрирования, включающую всю Россию с шагом сетки 6.6 км (после получения новой вычислительной техники, до этого времени, по техническим причинам 13.2 км).

~~Запустить~~ Реализовать параллельный счёт модели ICON-LAM с шагом ~~13,2~~ и 6.6 км для всей территории России. Провести испытания на возможность перехода на эту технологию вместо COSMO-Ru7 и COSMO-Ru13-ENA. Внедрить в оперативную эксплуатацию систему инициализации данных значений водного эквивалента снежного покрова по данным SYNOP измерениям высоты снега и метеорологических параметров на метеостанциях

Formatted: Strikethrough, Highlight

### 7.7.2. Планируемые научные исследования:

Развитие системы моделирования COSMO-Ru с шагом 1 км с модификацией численного метода и физических параметризаций (в первую очередь – пограничного слоя атмосферы, непрерывного усвоения данных наблюдений).

Развитие параметризаций в рамках модели подстилающей поверхности TERRA.

Развитие параметризаций атмосферной турбулентности в планетарном пограничном слое атмосферы (PBL).

Дальнейшее развитие пространственных методов верификации результатов мезомасштабного моделирования.

Выполнение работ в рамках рабочих групп Консорциума COSMO в соответствии с научным планированием Консорциума.

## 8. Публикации

1. Бедрицкий А.И., Вильфанд Р.М., Киктев Д.Б., Ривин Г.С. Суперкомпьютерные технологии численного прогноза погоды в Росгидромете. Метеорология и гидрология, 2017, № 7, с.10-23.

2. Блинов Д.В., Ривин Г.С. Система краткосрочного негидростатического прогноза погоды COSMO-Ru: технологическая линия. Труды Гидрометеорологического научно-исследовательского центра Российской Федерации, 2017, вып. 365, с. 142 – 162.

3. Вильфанд Р.М., Кирсанов А.А., Ривин Г.С., Ревокатова А.П., Суркова Г.В. Прогноз перемещения и трансформации загрязняющих веществ в атмосфере с помощью модели COSMO-ART. - Метеорология и гидрология, 2017, № 5, с. 31–40.

4.4. Вильфанд Р.М., В.Ф. Мартазинова, В.Ю. Цепелев, В.М. Хан, Н.П. Мироничева, Г.В. Елисеев, Е.К. Иванова, В.А. Тищенко, Д.Н. Уткузова, Опыт комплексирования синоптико-статистических и гидродинамических прогностических систем, Метеорология и Гидрология, 2017, №8, 5-17

5.5. Дмитриева-Араго Л.Р., Трубина М.А., Толстых М.А. Роль фазового состава облаков в формировании потоков коротковолновой и длинноволновой радиации. Труды Гидрометцентра России, 2017, вып. 363, с. 19-34.

6.6. Зеленко А.А., Реснянский Ю.Д., Струков Б.С. Результаты испытаний системы прогнозирования ветрового волнения в Мировом океане // Результаты испытания новых и усовершенствованных технологий, моделей и методов гидрометеорологических прогнозов. Информационный сборник № 43. М., 2016. С. 133–147.

7.7. Зеленко А.А., Вильфанд Р.М., Реснянский Ю.Д., Струков Б.С., Цырульников М.Д., Свиренко П.И. Система усвоения океанографических данных и ретроспективный анализ гидрофизических полей Мирового океана // Известия РАН. Физика атмосферы и океана. 2016. Т. 52, № 4. С. 501–513.

8.8. Зеленко А.А., Реснянский Ю.Д., Струков Б.С. Изменения термических характеристик океана по данным реанализа за 2005–2015 гг. // Труды Государственного океанографического института им. Н.Н. Зубова. Исследования океанов и морей. – 2016. –Вып. 217. –С. 6–21.

9.9. Зеленко А.А., Реснянский Ю.Д., Струков Б.С. Режимные характеристики ветра и волнения в Печорском море по данным реанализа метеорологических полей и расчетов по волновой модели // Труды Гидрометеорологического научно-исследовательского центра Российской Федерации. –2016. –Вып. 362. –С. 19–36.

10.10. Киктев Д.Б., Толстых М.А., Зарипов Р.Б., Круглова Е.Н., Куликова И.А., Тищенко В.А., Хан В.М. Выпуск детализированных метеорологических прогнозов в рамках деятельности северо-евразийского Климатического центра (СЕАКЦ). Труды Гидрометцентра России, 2017, вып. 366, с. 14-28.

10.

11.11. Красюк Т.В., Толстых М.А., Буторина Е.В. Влияние переходных процессов в сезонных прогнозах совместных моделей атмосферы и океана на прогноз поверхностных полей // Труды Гидрометцентра России, 2016. Вып. 361. С.66-78

12.12. Кузьмина Е.В., Ольчев А.В., Розинкина И.А., Ривин Г.С., Никитин М.А. Применение мезомасштабной модели COSMO-CLM для оценки влияния

Formatted: Indent: First line: 1.75 cm, Space Before: 6 pt, After: 0 pt

Formatted: Indent: Before: 0 cm, First line: 1.75 cm, Space Before: 6 pt, After: 0 pt

Formatted: Font: Not Bold

Formatted: Font: (Asian) Times New Roman, Complex Script Font: 10 pt

Formatted: Font: Times New Roman

Formatted: Font: Times New Roman, Not Bold

Formatted: Font: Times New Roman

Formatted: Font: Times New Roman

Formatted: Font: Times New Roman, Not Bold

Formatted: Font: Times New Roman

Formatted: Font: (Asian) MS Mincho, Complex Script Font: 12 pt

Formatted: Indent: Before: 0 cm, First line: 1.75 cm, Space After: 0 pt

Formatted: Normal, Indent: Before: 0 cm, First line: 1.75 cm, Line spacing: single, Tab stops: Not at 1.75 cm

Formatted: Font: (Asian) MS Mincho, Do not check spelling or grammar

Formatted: Complex Script Font: 12 pt

Formatted: Complex Script Font: 12 pt

изменения лесистости Европейской части России на региональные метеорологические условия. Метеорология и гидрология, 2017, № 9, с.48-58.

13. Махнорылова С.В., Толстых М.А. Усвоение влагосодержания почвы методом упрощенного расширенного фильтра Калмана в модели среднесрочного прогноза погоды ПЛАВ, Метеорология и Гидрология, 2017, №6, стр. 55-67.

9. Полохов А.А., Чубарова Н.Е., Ривин Г.С., Шатунова М.В., Тарасова Т.А. Оценка качества расчета солнечной радиации в COSMO-Ru по данным точных радиационных расчетов и измерений в Москве в безоблачных условиях. Труды Гидрометеорологического научно-исследовательского центра Российской Федерации, 2017, вып. 364, с. 38 – 52.

14.

15. Ольчев А.В., Розинкина И.А., Кузьмина Е.В., Никитин М.А., Ривин Г.С. Оценка влияния изменения лесистости центрального региона Восточно-Европейской равнины на летние погодные условия. Фундаментальная и прикладная климатология, 2017, т. 4, с. 79–101.

16. Ривин Г.С., Розинкина И.А., Багров А.Н., Блинов Д.В., Кирсанов А.А., Кузьмина Е.В., Шатунова М.В., Чумаков М.М., Алферов Д.Ю., Бундель А.Ю., Зайченко М.Ю., Никитин М.А. Мезомасштабная модель COSMO-Ru2 и результаты ее оперативных испытаний. Информационный сборник № 44. Результаты испытания новых и усовершенствованных технологий, моделей и методов гидрометеорологических прогнозов, 2017, с. 25–55.

10-17. Рогов В.С., Толстых М.А. Использование спутниковых данных наблюдений ветра на уровне моря ASCAT в системе усвоения данных на основе локального ансамблевого фильтра Калмана // Труды Гидрометцентра России, 2016. Вып. 361. С. 79-94  
Толстых М.А., Шашкин В.В., Фадеев Р.Ю., Шляева А.В., Мизяк В.Г., Рогов В.С., Богословский Н.Н., Гойман Г.С., Махнорылова С.В., Юрова А.Ю. Система моделирования атмосферы для бесшовного прогноза. М.: Триада лтд., 166стр. ISBN 978-5-9908623-3-3

11-18. Рогов В.С., Толстых М.А., Мизяк В.Г. Система ансамблевого прогноза на основе локального ансамблевого фильтра Калмана. Труды Гидрометцентра России, 2017, вып. 364, с. 5-19.

12-19. Толстых М.А., Шашкин В.В., Фадеев Р.Ю., Шляева А.В., Мизяк В.Г., Рогов В.С., Богословский Н.Н., Гойман Г.С., Махнорылова С.В., Юрова А.Ю. Система моделирования атмосферы для бесшовного прогноза. М.: Триада лтд., 166стр. ISBN 978-5-9908623-3-3

13-20. Шашкин В.В., Толстых М.А., Иванова А.Р., Скриптунова Е.Н. Версия модели атмосферы ПЛАВ в гибридной системе координат по вертикали, Метеорология и Гидрология, 2017, №9, стр. 24-35.

1. D.R. Gayfulin, M.D. Tsyrlnikov, A.B. Uspensky, E.K. Kramchaninova, S.A. Uspensky, P.I. Svirenko, M.E. Gorbunov. The usage of MTVZA-GYa satellite microwave radiometer observations in the data assimilation system of the Hydrometcenter of Russia. Russian Meteorology and Hydrology, 2017, v.42, N9, 564-573, DOI: 10.3103/S1068373917090035.

21.

22. D.Gayfulin, M.Tsyrlnikov, A.Uspensky. Post-launch Calibration and Validation Studies for Atmospheric Sounding Channels of the Satellite Microwave Radiometer MTVZA-GY. Pure and Applied Geophysics, 2018, accepted.  
Kiktev D., Joe P., Isaac G., Montani A., I-L Frogner, Nurmi P., Bica B., Milbrandt J., Tsyrlnikov M., Astakhova E., Bundel A., Belair S., Pyle M., Muravyev A., Rivin G., Rozinkina I., Paccagnella T., Wang Y., Reid J., Nipen T., K-D

Formatted: Complex Script Font: 12 pt, Check spelling and grammar

Formatted: Complex Script Font: 12 pt

Formatted: Complex Script Font: 12 pt

Formatted: Complex Script Font: 12 pt

Formatted: Complex Script Font: 12 pt

Formatted: Complex Script Font: 12 pt

Formatted: Complex Script Font: 12 pt

Formatted: Font: (Asian) MS Mincho

Formatted: Font color: Black, Complex Script Font: 12 pt, Check spelling and grammar

Formatted: Font: 12 pt, Complex Script Font: 12 pt

Formatted

Formatted: Font: Not Bold

Formatted: Font: 12 pt

Field Code Changed

Formatted: English (U.S.)

Formatted

Ahn, FROST-2014: the Sochi Winter Olympics International Project. Bulletin of the American Meteorological Society, 2017, no. 9, pp. 1908-1929.

14-23. Poliukhov A., Chubarova N., Kinne S., Rivin G., Shatunova M., Tarasova T. Comparison Between Calculations Of Shortwave Radiation With Different Aerosol Datasets And Measured Data At the MSU MO (Russia). AIP Conference Proceedings, 2017, v. 1810, pp. 100006.1 - 100006.4.

15-24. Tsyrlunikov M. and Gayfulin D. A limited-area spatio-temporal stochastic pattern generator for simulation of uncertainties in ensemble applications. – Meteorologische Zeitschrift, 2017, v. 26, N5, 549-566, doi: 10.1127/metz/2017/0815.

16. Tsyrlunikov M. and Rakitko A. A Hierarchical Bayes ensemble Kalman Filter. - Physica D (Nonlinear Phenomena), 2017, v.338, 1-16, doi:10.1016/j.physd.2016.07.009. Махнорылова С.В., Толстых М.А. Усвоение влагосодержания почвы методом упрощенного расширенного фильтра Калмана в модели среднесрочного прогноза погоды ПЛИАВ, *Метеорология и Гидрология*, 2017, N6, стр. 55-67.

17.

18-25.

19-26. Tolstykh, M., Shashkin, V., Fadeev, R., and Goyman, G.: Vorticity-divergence semi-Lagrangian global atmospheric model SL-AV20: dynamical core, Geosci. Model Dev., 10, 1961-1983, https://doi.org/10.5194/gmd-10-1961-2017, 2017.

20-27. Tolstykh M., Fadeev R., Goyman G., Shashkin V. Further Development of the Parallel Program Complex of SL-AV Atmosphere Model. In: Communications in Computer and Informational Science (Russian Supercomputer days 2017). 2017. Springer. V. 793. P.290-298. ISBN 978-3-319-71254-3.

21. Willink D., Khan V., Donner R.V. Improved one-month lead-time forecasting of the SPI over Russia with pressure covariates based on the SL-AV model. Quart. J. Roy. Meteor. Soc. 2017 V. 143 P.2636-2649, doi:10.1002/qj.3114

28.

21. Tsyrlunikov M. and Rakitko A. A Hierarchical Bayes ensemble Kalman Filter. - Physica D (Nonlinear Phenomena), 2017, v.338, 1-16, doi:10.1016/j.physd.2016.07.009.

22. D.R. Gayfulin, M.D. Tsyrlunikov, A.B. Uspensky, E.K. Kramchaninova, S.A. Uspensky, P.I. Svirengo, M.E. Gorbunov. The usage of MTVZA-GYa satellite microwave radiometer observations in the data assimilation system of the Hydrometcenter of Russia. *Russian Meteorology and Hydrology*, 2017, v.42, N9, 564-573, DOI: 10.3103/S1068373917090035.

23. Tsyrlunikov M. and Gayfulin D. A limited-area spatio-temporal stochastic pattern generator for simulation of uncertainties in ensemble applications. – Meteorologische Zeitschrift, 2017, v. 26, N5, 549-566, doi: 10.1127/metz/2017/0815.

~~24. D.Gayfulin, M.Tsyrlunikov, A.Uspensky. Post launch Calibration and Validation Studies for Atmospheric Sounding Channels of the Satellite Microwave Radiometer MTVZA-GY. Pure and Applied Geophysics, 2018, accepted.~~

Formatted: Complex Script Font: 12 pt

Formatted: English (U.S.)

Formatted: Complex Script Font: 12 pt

Formatted: Font: Times New Roman

Formatted: Font: Times New Roman, Not Bold

Formatted: Font: Times New Roman

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, (Asian) MS Mincho,

Formatted: Font: Times New Roman

Field Code Changed

Formatted: Font: Times New Roman

Formatted: Font: Not Bold, English (U.S.)

Formatted: English (U.S.)

Field Code Changed

Field Code Changed

Formatted: Body Text, Indent: Before: 0 cm, First line: 1.75 cm, Space Before: 6 pt

Field Code Changed

Formatted: Indent: Before: 0 cm, First line: 1.75 cm, Space Before: 6 pt, After: 0 pt

Formatted: Body Text, Indent: Before: 0 cm, First line: 1.75 cm, Space Before: 6 pt

Formatted: Body Text, Indent: Before: 0 cm