



МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ  
И ЭКОЛОГИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

(Росгидромет)

**РУКОВОДИТЕЛЬ**

Нововаганьковский пер., д. 12  
Москва, ГСП-3, 125993  
МОСКВА РОСГИМЕТ

Тел.: 8 (499) 252-14-86, факс: 8 (499) 795-23-54

**17 ИЮН 2022**

№ 01-05524/22

На № \_\_\_\_\_

Решение ЦМКП

Руководителям организаций  
и учреждений Росгидромета  
Членам ЦМКП

**Решение Центральной методической комиссии  
по гидрометеорологическим и гелиогеофизическим прогнозам  
от 9 июня 2022 г.**

Центральная методическая комиссия по гидрометеорологическим и гелиогеофизическим прогнозам (ЦМКП), заслушав и обсудив доклады представителей Росгидромета, ФГБУ «Гидрометцентр России», ФГБУ «ДВНИГМИ», ФГБУ «ААНИИ», ФГБУ «СибНИГМИ» приняла следующие решения:

**1. Метод и технология краткосрочного (с заблаговременностью до 72 часов) прогноза изменений уровня моря в юго-западной части Берингова моря (ФГБУ «ДВНИГМИ», Любицкий Ю.В.)**

**1.1 ЦМКП отмечает, что:**

ФГБУ «ДВНИГМИ» в рамках темы 1.3.4. «Разработать региональные методы, модели и технологии прогнозов морских характеристик (волнение, течения, уровень моря, лед, обледенение судов), включая опасные явления, для зон ответственности УГМС региона Дальнего Востока России» «Плана научно-исследовательских и технологических работ НИУ Росгидромета на 2020 год», разработало метод и технологию краткосрочного (с заблаговременностью до 72 часов) прогноза изменений уровня моря в юго-западной части Берингова моря.

Метод предусматривает расчёт ожидаемых изменений суммарного (наблюдаемого) уровня моря и его приливной, сгонно-нагонной и фоновой составляющих.

Пространственно-временные вариации сгонно-нагонной составляющей суммарного уровня моря в пределах Берингова моря и прилегающих к нему районов рассчитываются по двумерной численной гидродинамической модели совместной динамики воды и льда. Форсинг модели реализуется с помощью полей приземного атмосферного давления и ветра, прогнозируемых в рамках атмосферной модели WRF-ARW. Прилив вычисляется только в береговых пунктах, для которых выпускается прогноз. Информация о распределении ледяного покрова в пределах рассматриваемого объекта формируется по данным Global Forecast System.

Технологическая линия метода прогноза, включающая процессы сбора исходной информации, выполнение расчётов, отправку результатов прогнозов в ФГБУ «Камчатское УГМС», реализована на вычислительном комплексе CRAY XC-40

РВЦ ФГБУ «Дальневосточное УГМС» и работает в автоматическом режиме. Прогноз рассчитывается два раза в сутки от сроков 00 час и 12 час ВСВ.

Оперативные (производственные) испытания метода и технологии краткосрочного прогноза изменений уровня моря в юго-западной части Берингова моря выполнялись в течение 2021 года. Испытания проводились ФГБУ «ДВНИГМИ» и ФГБУ «Камчатское УГМС».

Рассчитанные прогнозы сравнивались с данными наблюдений над уровнем моря автоматизированных постов (АП) службы цунами Росгидромета Никольское, Оссора, Корф (Тиличики). Для АП Оссора и Корф (Тиличики) сравнение выполнялось также с прогнозами, составленными по методу краткосрочного прогноза уровня моря на побережье и акватории Японского и Охотского морей, восточном побережье полуострова Камчатка, разработанному в ФГБУ «ДВНИГМИ» (автор Ю.В. Любицкий), используемому в настоящее время в оперативной работе.

Полученные результаты свидетельствуют о соответствии разработанного метода прогноза требованиям руководящих документов Росгидромета. Средняя за период испытаний оправдываемость прогнозов суммарных уровней моря в различных пунктах составляет от 94,4% до 97%, средняя абсолютная ошибка прогноза не превышает 10,2 см, среднеквадратическая ошибка прогноза – 13,1 см. Значение критерия  $S/\sigma_x$  находится в диапазоне 0,24–0,29. Оправдываемость прогнозов ежечасных значений уровня моря во время штормовых нагонов составляет от 76,5% до 95,3%, сгонов – от 73,8% до 100%.

Во время испытаний метода прогноза по техническим причинам (производились плановые технологические работы на вычислительном комплексе) не были рассчитаны 9 прогнозов, что составляет 1,2% от общего числа возможных прогнозов. Это свидетельствует о надёжности и устойчивости работы технологической линии метода прогноза.

Качество прогнозов для АП Оссора и Корф (Тиличики) по испытываемому методу несколько выше по сравнению с методом, используемым в настоящее время в оперативной работе. Для шести населённых пунктов (Никольское, Ивашка, Кострома, Тымлат, Ильпырский, Апука) прогнозы уровня моря рассчитываются только в рамках испытываемого метода.

### **1.2 ЦМКП считает целесообразным:**

- одобрить работу ФГБУ «ДВНИГМИ» по созданию метода и технологии краткосрочного (с заблаговременностью до 72 часов) прогноза изменений уровня моря в юго-западной части Берингова моря.

### **1.3 ЦМКП рекомендует:**

- использовать разработанный метод краткосрочного (с заблаговременностью до 72 часов) прогноза изменений уровня моря в юго-западной части Берингова моря в оперативной практике ФГБУ «Камчатское УГМС» – в качестве основного;
- ФГБУ «Дальневосточное УГМС» обеспечить производственную эксплуатацию оперативной технологической линии разработанного метода прогноза;
- авторам метода учесть высказанные на заседании ЦМКП замечания и предложения для последующего совершенствования метода.

## **2. Методы долгосрочного прогноза начала устойчивого ледообразования в осенний период в морях Лаптевых, Восточно-Сибирском и Чукотском с заблаговременностью 1-2 месяца (ФГБУ «АНИИ», Егоров А.Г., Мищенко А.Д.).**

### **2.1 ЦМКП отмечает, что:**

В ФГБУ «АНИИ» разработаны методы долгосрочного прогноза начала устойчивого ледообразования в осенний период в морях Лаптевых, Восточно-Сибирском и Чукотском с заблаговременностью 1-2 месяца в рамках проекта ЦНТП Росгидромета

№ 5.1.1.4 «Разработка методики долгосрочного прогноза типов ледовых условий в семи районах арктических морей Северного морского пути для зимнего периода навигации (октябрь-июнь)» (2017–2019).

Основа прогностической методики для каждого моря заключается в том, что по ансамблю основных предикторов, определяющих формирование аномалий сроков устойчивого ледообразования и уже известных к моменту составления прогноза, определяется прогностический тип сроков ледообразования, которому соответствует среднетиповая карта пространственного распределения сроков устойчивого ледообразования по акватории моря; такое типовое распределение и является прогностическим полем. В качестве предикторов используются данные о ледовитости, кромке остаточных льдов, температуре воздуха и температуре воды (по спутниковой информации).

Качество методики оценивалось по результатам испытаний в 2020–2021 гг.; при этом оправдываемость прогнозов составила 83% (эффективность 26%).

## **2.2. ЦМКП считает целесообразным:**

- одобрить работу ФГБУ «АНИИ» по созданию метода долгосрочного прогноза начала устойчивого ледообразования в осенний период в морях Лаптевых, Восточно-Сибирском и Чукотском с заблаговременностью 1-2 месяца.

## **2.3. ЦМКП рекомендует:**

- внедрить метод начала устойчивого ледообразования в осенний период в морях Лаптевых, Восточно-Сибирском и Чукотском с заблаговременностью 1-2 месяца в оперативную практику ФГБУ «АНИИ» в качестве вспомогательного.

**3. Технология ансамблевого прогноза метеорологических полей с заблаговременностью до 10 суток на основе локального фильтра Калмана с переходом в пространство ансамбля и модели ПЛАВ с горизонтальным разрешением 80-100 км (ФГБУ «Гидрометцентр России», М.А. Толстых, В.С. Рогутов, В.Г. Мизяк, А.В. Шляева, Г.С. Гойман, К.А. Алипова, Р.Ю. Фадеев, В.В. Шашкин, С.В. Травова).**

### **3.1 ЦМКП отмечает, что:**

В рамках выполнения темы 1.1.2.1 ФГБУ «Гидрометцентр России» совместно с ФГБУН «ИВМ РАН» разработана технология глобального ансамблевого среднесрочного прогноза. Технология ансамблевого прогноза построена на базе глобальной полулагранжевой модели атмосферы ПЛАВ2018, которая запускается для каждого элемента ансамбля начальных данных. Модель ПЛАВ2018 имеет 96 уровней по вертикали, разрешение по долготе составляет  $0,9^\circ$ , по широте -  $0,72^\circ$ . Модель ПЛАВ2018 представляет собой усовершенствованную версию глобальной оперативной модели ПЛАВ-20, в которой использовано более низкое пространственное разрешение.

В качестве ансамбля начальных данных при расчете прогнозов по модели ПЛАВ2018 используется система усвоения данных на основе алгоритма локального фильтра Калмана с переходом в пространство ансамбля модели ПЛАВ2018 (методика LETKF). Система усвоения данных использует данные наблюдений радиозондов, самолетов, приземные и буйковые наблюдения, а также спутниковые наблюдения ветра. Ансамбль начальных данных центрируется так, чтобы средние значения по ансамблю соответствовали полям оперативного объективного анализа на стандартных изобарических поверхностях с горизонтальным разрешением  $0,5^\circ$  по долготе и широте. Также используются: результаты объективного анализа температуры и относительной влажности на уровне 2 м, температуры и влагосодержания почвы собственной разработки; результаты объективного анализа NCEP высоты снежного покрова и температуры поверхности океана.

Система работает на высокопроизводительном вычислительном комплексе (ВБК) Cray XC40. Выходная прогностическая продукция записывается в базу данных SLME системы АСООИ ФГБУ «Гидрометцентр России». Время расчета сеанса для начального срока 00 часов ВСВ (включает прогноз на 240 часов) на 2000 процессорных ядрах составляет менее 60 минут, для остальных сеансов время расчета составляет 15 минут. Испытания показали достаточно высокую надежность созданной вычислительной технологии.

Оперативные испытания технологии ансамблевого прогноза полей в свободной атмосфере и давления на уровне моря на основе модели ПЛАВ2018 были начаты в декабре 2020 года. С учетом длительного пропуска в работе ВБК Cray в апреле-мае 2021 г. и существенного усовершенствования технологии в июне 2021 года, оценка технологии ансамблевого прогнозирования на основе модели ПЛАВ2018 была произведена для периода с августа 2021 года по январь 2022 года по исходным данным за срок 00 часов ВСВ.

Отмечена существенно более высокая успешность прогноза для полей геопотенциала 850, 500, 250 гПа, температуры 850, 500, 250 гПа, давления на уровне моря, рассчитываемых системой на основе модели ПЛАВ2018, для всех заблаговременностей, уровней, территорий и метрик детерминистских и вероятностных оценок (за редкими исключениями) по сравнению с системой ансамблевого прогнозирования на базе спектральной модели T169L31.

Отмечено, что успешность вероятностных прогнозов на базе модели ПЛАВ2018 по критерию ROCA для внетропической части Северного и Южного полушарий для ряда заблаговременностей прогноза (для отдельных регионов и оцениваемых переменных) сопоставима с успешностью вероятностных прогнозов UKMO, но уступает этим прогнозам для других заблаговременностей и существенно уступает прогнозам UKMO в тропиках. По оценке Брайера и показателю условной непрерывной вероятности (CRPS) успешность прогнозов по технологии ансамблевых прогнозов на базе модели ПЛАВ2018 уступает прогнозам ансамблевых технологий UKMO и NCEP.

### **3.2 ЦМКП считает целесообразным:**

- отметить значимость и одобрить работу ФГБУ «Гидрометцентр России» по созданию технологии ансамблевого прогноза метеорологических полей с заблаговременностью до 10 суток на базе глобальной модели ПЛАВ2018 с реализацией локального фильтра Калмана и переходом в пространство ансамбля модели ПЛАВ2018.

### **3.3 ЦМКП рекомендует:**

- внедрить метод ансамблевого прогноза на основе модели ПЛАВ2018 в качестве вспомогательного метода среднесрочного прогноза;  
- авторам продолжить работу по усовершенствованию технологии ансамблевых прогнозов на базе модели ПЛАВ.

## **4. Методика долгосрочного прогноза типов температуры воздуха для западного района Арктики на осенне-зимний период (октябрь-февраль) на основе макроциркуляционного метода (ФГБУ «ААНИИ», Иванов В.В., Алексеенков Г.А.).**

### **4.1 ЦМКП отмечает:**

В рамках раздела 1.5.1.3 ЦНТП Росгидромета 2017-2019 г. в ФГБУ «ААНИИ» разработана методика долгосрочного прогноза типов температуры воздуха для западного района Арктики на осенне-зимний период (октябрь-февраль) на основе макроциркуляционного метода.

Методика основана на использовании полученных в результате исследований закономерностей развития атмосферных процессов в различные сезоны года и проявления их в адвективно-динамических особенностях западного района Арктики.

Методика базируется на данных метеорологических наблюдений на наиболее репрезентативных полярных станциях, имеющих длительный и непрерывный ряд наблюдений.

Методика позволяет предвидеть характер направленности крупномасштабных атмосферных процессов, приводящих к формированию различных типов средних месячных аномалий температуры воздуха.

Содержание и форма прогнозов определены требованиями практики в процессе гидрометеорологического обеспечения работ и судоходства в морях Арктики.

Качество метода прогнозирования оценивалось по результатам испытаний в 2020–2021 гг. путем непосредственного сопоставления предсказанных и фактических показателей.

Технология прогнозирования позволяет предсказывать с заблаговременностью до 5 месяцев типы с преобладанием знака аномалии температуры воздуха для западного района Арктики и с заблаговременностью до 30 суток преобладающие значения температуры для отдельных участков трассы СМП Баренцева и Карского морей.

Проверка прогностических связей на зависимом и независимом рядах, а также оправдываемость опытных прогнозов, показали их эффективность в сравнении с обеспеченностью климатического прогноза.

#### 4.2 ЦМКП считает целесообразным:

- одобрить работу ФГБУ «ААНИИ» по разработке методики долгосрочного прогноза типов температуры воздуха для западного района Арктики в целях дальнейшего совершенствования макроциркуляционного метода долгосрочных метеорологических прогнозов.

#### 4.3 ЦМКП рекомендует:

- внедрить в ФГБУ «ААНИИ» методику долгосрочного прогноза типов температуры воздуха для западного района Арктики на осенне-зимний период (октябрь-февраль) на основе макроциркуляционного метода в оперативную практику в качестве вспомогательной к основному макроциркуляционному методу долгосрочного метеорологического прогноза для полярной области Арктики.

### 5. Методика оценки полезной заблаговременности базовых среднесрочных прогнозов погоды (ФГБУ «Гидрометцентр России», П.П. Васильев, Р.М. Вильфанд).

#### 5.1 ЦМКП отмечает, что:

В ФГБУ «Гидрометцентр России» создана методика оценки полезной заблаговременности базовых среднесрочных прогнозов погоды. Методика основана на использовании показателя  $K_i$ , рассчитываемого как среднее значение оправдываемости прогноза приземной температуры воздуха с заданной заблаговременностью для определенного периода времени и заданного перечня пунктов, по которым составляется прогноз. Расчетная формула имеет вид:

$$K_i = \left(\frac{1}{M}\right) \sum_{k=1}^M \left(\frac{1}{366}\right) \sum_{j=1}^{366} T_{jik}$$

Здесь:  $T_{jik}$  – оправдываемость конкретного прогноза с заблаговременностью от трех суток до 10 суток (индекс  $i$  меняется от 3 до 10), разработанного для каждого суток года (индекс  $j$  меняется от 1 до 365 или 366) и для каждого из  $M$  пунктов прогноза (индекс  $k$  меняется от 1 до  $M$ ).

Значение оправдываемости прогнозов  $T_{jik}$  рассчитывается по значению ошибки конкретного прогноза температуры воздуха у земли с использованием таблицы 1, соответствующей руководящему документу РД 52.27.724 – 2019 (подпункты 6.6.2 и 7.2.3.3.).

Таблица 1 - Связь оправдываемости прогноза температуры с ошибкой прогноза

Значение отклонения прогноза от фактического значения температуры (ошибка прогноза)	Оправдываемость прогноза, %
$\leq 3,5^{\circ}\text{C}$	100
$> 3,5^{\circ}\text{C}$	0

Таким образом показатель  $K_i$  оказывается функцией только заблаговременности прогноза (индекс  $i$ ).

Полученное среднее значение показателя  $K_i$  для прогнозов с заблаговременностью от 72 часов (трех суток) до 240 часов (10 суток) для каждого значения индекса  $i$  должны сравниваться с минимальным (пороговым) значением оправдываемости, при котором сохраняется практическая полезность прогноза. В качестве такого минимального значения принимается значение, равное 70 %. Полезная заблаговременность прогноза (в сутках) соответствует максимальному значению индекса  $i$ , для которого

$$K_i \geq 70 \% .$$

При необходимости получения более детальной оценки полезной заблаговременности прогноза (в часах) должен использоваться метод линейной интерполяции значений показателя  $K_i$ .

Необходимость (актуальность) методики оценки полезной заблаговременности базовых среднесрочных прогнозов погоды связана с необходимостью объективной оценки полезной заблаговременности базовых среднесрочных прогнозов погоды (заблаговременность от 3 до 10 суток). Для обеспечения устойчивости и статистической значимости показателя, он должен рассчитываться за достаточно большой период времени. Для обеспечения сравнимости значений показателя необходимо осреднение по всем сезонам года, то есть оптимальным периодом осреднения должен являться, как правило, один год.

Аналогичным образом рассчитывается значение показателя  $K_{ii}$  для инерционного (тривиального) прогноза. За инерционный прогноз температуры воздуха принимаются значения температуры воздуха за сутки, предшествующие дате составления прогноза. Сравнение методического прогноза с инерционным (тривиальным) прогнозом позволяет более объективно оценить прогностические возможности рассматриваемой методики (технологии) прогнозирования.

### 5.2 ЦМКП считает целесообразным:

- отметить актуальность созданной в ФГБУ «Гидрометцентр России» методики оценки полезной заблаговременности базовых среднесрочных прогнозов погоды в связи с необходимостью объективной оценки новых и усовершенствованных методик и технологий среднесрочного прогнозирования;

- отметить, что успешность прогнозов в 2021 году превысила 70 % при заблаговременности 168 ч (7 суток).

### 5.3 ЦМКП рекомендует:

- внедрить методику оценки полезной заблаговременности базовых среднесрочных прогнозов погоды в качестве основного расчетного метода оценки полезной заблаговременности базовых среднесрочных прогнозов погоды в ФГБУ «Гидрометцентр России».

## **6. Рассмотрение решений Ученых и Технических советов.**

### **6.1 Метод прогноза урожайности озимой пшеницы с заблаговременностью 1-2 месяца по Алтайскому краю (ФГБУ «ВНИИСХМ», Т.А. Найдина).**

**Решение Технического совета ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС» от 17 мая 2022 г.:**

- рекомендовать к внедрению в оперативную практику ФГБУ «Алтайский ЦГМС – филиал ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС» с 20 мая 2022 г. в качестве основного расчетного метода.

### **6.2 Автоматизированная технология оценки условий вегетации и динамико-статистических прогнозов урожайности кукурузы по Новосибирской области (ФГБУ «СибНИГМИ», В.В. Набока).**

**Решение Технического совета ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС» от 17 мая 2022 г.:**

- рекомендовать к внедрению с 1 июля 2022 г. в оперативную практику ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС» на срок 21-23 июля в качестве основного расчетного метода.

### **6.3 Технология подготовки и автоматизированной передачи в сетевые подразделения прогностических метеорологических характеристик атмосферного пограничного слоя, используемых при прогнозировании НМУ (ФГБУ «Гидрометцентр России», И.Н. Кузнецова, Ю.В. Ткачева, М.И. Нахаев).**

**Решение Технического совета ФГБУ «Центральное УГМС» от 24 мая 2022 г.:**

- рекомендовать ФГБУ «Центральное УГМС» и его филиалам использовать в оперативной практике в качестве вспомогательного метода прогностические расчеты метеорологических характеристик в пограничном слое атмосферного воздуха при прогнозировании НМУ;

- внедрить в ФГБУ «Гидрометцентр России» технологию подготовки и автоматизированной передачи в сетевые подразделения прогностических метеорологических характеристик, используемых при прогнозировании НМУ.

### **6.4 Автоматизированная технология оценки условий вегетации и динамико-статистических прогнозов урожайности яровой пшеницы, зерновых и зернобобовых культур по Томской области (ФГБУ «СибНИГМИ», В.В. Набока).**

**Решение Технического совета ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС» от 26 мая 2022 г.:**

- рекомендовать к внедрению с 1 июня 2022 года в оперативную практику Томского ЦГМС – филиала ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС» на срок 21-23 июля в качестве основного расчетного метода, на срок 21-23 июня – консультативного метода.

### **6.5 Прогноз урожайности яровой пшеницы по административным районам Кемеровской области (ФГБУ «СибНИГМИ», Т.В. Старостина, О.И. Пищимко).**

**Решение Технического совета ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС» от 7 июня 2022 г.:**

- рекомендовать к внедрению с 20 июня 2022 года в оперативную практику Кемеровского ЦГМС – филиала ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС» в качестве основного расчетного на сроки 21-23 июня и 21-23 июля для районов: Яйского (модели 1,4), Топкинского (модели 1,4), Промышленновского (модель 2), Ленинск-Кузнецкого (модель 2,3), а также Мариинского (модель 1,4) и Промышленновского (модель 4), поскольку оправдываемость методических прогнозов (по величине относительной ошибки) в годы производственных испытаний была выше 80 % (общепринятого порога успешности). Для Тяжинского (модель 1,3), Крапивинского (модель 2,4), Новокузнецкого (модель 2,4),

Ижморского, Гурьевского и Тисульского (модель 1) районов - в качестве консультативного метода.

- по остальным районам области (Яшкинский, Чебулинский, Юргинский, Кемеровский, Беловский, Прокопьевский) метод не внедрять, в связи с низкой оправдываемостью в период оперативных испытаний.

**6.6 ЦМКП считает целесообразным:**

- одобрить работу ФГБУ «ВНИИСХМ», ФГБУ «СибНИГМИ» и ФГБУ «Гидрометцентр России» по разработке новых методов и технологий прогноза;

- согласиться с решениями Технических советов ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС» и ФГБУ «Центральное УГМС» по испытанию и внедрению методов прогнозов и технологий в оперативную практику и утвердить их.



И.А. Шумаков