ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ
И МОНИТОРИНГУ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ (РОСГИДРОМЕТ)

РУКОВОДЯЩИЙ ДОКУМЕНТ

РД 52.27.723–2009

БАЗОВЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ТЕХНОЛОГИИ ПОДГОТОВКИ КРАТКОСРОЧНЫХ ПРОГНОЗОВ ПОГОДЫ

Обнинск
«ИГ-СОЦИН»
2009

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН	ГУ «Гидрометцентр России»
2 РАЗРАБОТЧИКИ	Д.Б. Киктёв, (руководитель темы), канд. физ.-мат. наук; А.А. Васильев, д-р геогр. наук; Г.К. Веселова, канд. геогр. наук; И.А. Розинкина, канд. физ.-мат. наук
3 СОГЛАСОВАН	УГМК Росгидромета, декабрь 2009 г.; ГУ «НПО «Тайфун», письмо 01-46/4169 от 23.12.2009 г.
4 УТВЕРЖДЕН	и. о. Руководителя Росгидромета А.В. Фроловым
5 ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ	приказом Росгидромета от 01.02.2010 г. № 30
6 ОДОБРЕН	Центральной методической комиссией Росгидромета по гидрометеорологическим и гелиогеофизическим прогнозам от 18 августа 2006 г.
7 ЗАРЕГИСТРИРОВАН	ГУ «НПО «ТАЙФУН» за номером РД 52.27.723–2009
8 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ	

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 2
3 Термины, определения и сокращения 2
4 Принципы, положенные в основу технологии подготовки краткосрочных прогнозов погоды 4
5 Требования к технологии подготовки численных прогнозов погоды 5
5.1 Основные этапы технологии численных прогнозов погоды .. 5
5.1.1 Общая структура технологии подготовки численных прогнозов погоды 5
5.1.2 Сбор и первичный контроль информации гидрометеорологических наблюдений 6
5.1.3 Объективная оценка текущего состояния атмосферы .. 7
5.1.4 Гидродинамический прогноз полей метеорологических параметров 9
5.1.5 Объективная интерпретация гидродинамических прогнозов полей метеорологических параметров 10
5.2 Информационная база численного прогноза погоды 11
5.3 Требования к технологической инфраструктуре 12
6 Требования к технологии подготовки краткосрочных прогнозов погоды специалистом-прогнозистом 13
6.1 Роль численных прогнозов погоды и экспертных оценок в технологии подготовки краткосрочных прогнозов погоды 13
6.2 Информационная база для подготовки краткосрочного прогноза погоды специалистом-прогнозистом 15

6.3 Основные этапы типового процесса подготовки краткосрочного прогноза погоды специалистом-прогнозистом 20
6.3.1 Анализ текущей метеорологической ситуации 20
6.3.2 Экстраполяция погодообразующих процессов во времени и пространстве..... 21
6.3.3 Подготовка прогноза в терминах элементов и явлений погоды 22
6.4 Функции специалиста-прогнозиста в технологии подготовки краткосрочных прогнозов погоды 23
7 Содержание и форма представления краткосрочных прогнозов погоды..... 25
Приложение А (обязательное) Информационный минимум для подготовки краткосрочных прогнозов погоды..... 27
Библиография 30

Введение

За последние десятилетия мировое метеорологическое сообщество достигло значительных успехов в развитии технологий численного прогноза погоды на основе гидродинамических моделей атмосферы. Оперативное функционирование этих технологий обеспечивается работой глобальных систем наблюдений, телесвязи и обработки данных, позволяющих проводить наблюдения за погодой в глобальном масштабе, осуществлять международный обмен данными наблюдений и распространять продукцию численных прогнозов погоды в прогностические центры национальных гидрометеорологических служб. Опираясь на эту продукцию, специалист-прогнозист составляет прогноз элементов и явлений погоды по пункту или региону ответственности. Технологический прогресс позволяет значительно усовершенствовать синоптическую прогностическую деятельность и, в свою очередь, способствует формированию новых функций специалиста-прогнозиста.

На сегодняшний день фактом стало возникновение рынка и массового предложения прогностической продукции как внутри России, так и за ее пределами. Продукция эта выпускается различными производителями и неоднородна по качеству. В широком смысле под качеством прогнозов понимается совокупность характеристик, определяющих способность прогнозов отвечать требованиям потребителя – полнота, достоверность, своевременность, удобство представления и использования. Качество прогноза должно обеспечиваться применением эффективных регламентированных процедур на всех этапах его подготовки. Подготовка краткосрочных прогнозов погоды включает этапы, реализуемые с помощью технологий численного прогноза

погоды, и завершается этапами, требующими участия специалиста-прогнозиста.

Настоящий руководящий документ устанавливает требования к основным этапам технологии подготовки краткосрочных прогнозов погоды, предназначенных для широкого круга потребителей.

РУКОВОДЯЩИЙ ДОКУМЕНТ

Базовые требования к технологии подготовки краткосрочных прогнозов погоды

Дата введения – 2010–02–01

1 Область применения

1.1 Настоящий руководящий документ устанавливает требования к технологии подготовки краткосрочных прогнозов погоды, предназначенных для широкого круга потребителей. Содержание этапов и процедур технологии подготовки прогнозов (прогностической продукции) отражено на методологическом и концептуальном уровне. Методы и средства реализации каждой процедуры не излагаются, а адресуются к соответствующим руководствам и иным детализирующим документам.

1.2 Настоящий руководящий документ предназначен для оперативно-прогностических организаций Росгидромета, но может представлять интерес и для метеорологических подразделений других служб и ведомств, а также для различных категорий потребителей прогнозов погоды.

2 Нормативные ссылки

В настоящем руководящем документе использованы ссылки на следующие нормативные документы

РД 52.27.724–2009 Наставление по краткосрочным прогнозам погоды общего назначения

РД 52.27.339–93 Руководство по диагнозу и прогнозу опасных и особо опасных осадков, града и шквалов по данным метеорологических радиолокаторов и искусственных спутников Земли

3 Термины, определения и сокращения

3.1 В настоящем руководящем документе применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1.1 **гидродинамическая модель атмосферы:** Система уравнений гидротермодинамики атмосферы, численный алгоритм ее решения и его программная реализация.

3.1.2 **глобальная система обработки данных и прогнозирования; ГСОДП:** Международная информационная инфраструктура для подготовки гидрометеорологической аналитической и прогностической продукции для стран-членов ВМО. ГСОДП организована в виде трехуровенной системы — Мировых Метеорологических Центров (ММЦ), Региональных Специализированных Метеорологических Центров (РСМЦ) и национальных метеорологических центров, которые выполняют функции ГСОДП на глобальном, региональном и национальном уровнях [1].

3.1.3 **краткосрочный прогноз погоды; КПП:** Прогноз метеорологических параметров на период от 12 до 72 ч (3 сут) [1].

3.1.4 **опасное природное явление; ОЯ:** Гидрометеорологическое или гелиогеофизическое явление, которое по интенсивности развития, продолжительности или моменту возникновения может представлять угрозу жизни или здоровью граждан, а также может наносить значительный материальный ущерб [2].

3.1.5 **погода:** Совокупность значений метеорологических параметров и явлений, оказывающих существенное влияние на жизнь и деятельность людей.

3.1.6 **прогноз текущей погоды (наукастинг):** Описание текущей погоды и прогноз метеорологических параметров на период от 0 до 2 ч [1].

3.1.7 **сверхкраткосрочный прогноз погоды:** Прогноз метеорологических параметров на период до 12 ч [1].

3.1.8 **численный прогноз погоды; ЧПП:** Расчет ожидаемых значений метеорологических параметров на основе объективных прогностических методов с помощью автоматизированных вычислительных технологий.

3.1.9 **элементы погоды:** Отдельные метеорологические параметры, характеризующие состояние атмосферы.

3.2 В настоящем руководящем документе применены следующие сокращения:

ВМО – Всемирная Метеорологическая Организация;

ГСОДП – глобальная система обработки данных и прогнозирования;

КПП – краткосрочный прогноз погоды;

ММЦ – мировой метеорологический центр;

НГМС – Национальная Гидрометеорологическая Служба;

ОЯ – опасное природное явление;

Росгидромет – Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды;

РСМЦ – региональный специализированный метеорологический центр;

ЧПП – численный прогноз погоды.

4 Принципы, положенные в основу технологии подготовки краткосрочных прогнозов погоды

4.1 Основой современной технологии подготовки краткосрочных прогнозов погоды (КПП) является оперативный численный прогноз погоды (ЧПП) на базе гидродинамических моделей атмосферы и автоматизированных технологий сбора и обработки гидрометеорологической информации.

4.2 Роль специалиста-прогнозиста в современной технологии подготовки КПП включает:

- обобщение разнородной по содержанию, форме представления и точности объективной фактической и прогностической информации;

- оценку влияния локальных особенностей района прогноза на эволюцию погодообразующих процессов;

- интерпретацию численных прогнозов в терминах явлений и параметров приземной погоды;

- оценку возможности возникновения и интенсивности опасных природных явлений и резких изменений погоды.

4.3 Технология подготовки КПП для широкого круга потребителей должна обеспечивать комплексное содержание прогноза, т.е. включение в него информации об основных элементах (экстремальной температуре воздуха, скорости и направлении ветра, осадках, облачности) и явлениях погоды (по РД 52.27.724).

5 Требования к технологии подготовки численных прогнозов погоды

5.1 Основные этапы технологии численных прогнозов погоды

5.1.1 Общая структура технологии подготовки численных прогнозов погоды

Существующие технологии ЧПП отличаются особенностями используемых моделей, программным обеспечением, информационными и вычислительными ресурсами. Вместе с тем в любой технологии ЧПП должен быть реализован следующий ряд этапов*:

- сбор и первичный контроль информации гидрометеорологических наблюдений;
- объективная оценка текущего состояния атмосферы;
- гидродинамический прогноз полей метеорологических параметров;
- объективная интерпретация гидродинамических прогнозов полей метеорологических параметров.

* Реализация отдельных этапов общей технологии подготовки прогнозов может быть распределена между различными организациями.

Результаты объективной оценки текущего состояния атмосферы, гидродинамического прогноза полей метеорологических параметров и его объективной интерпретации являются выходной продукцией технологий ЧПП.

5.1.2 Сбор и первичный контроль информации гидрометеорологических наблюдений

5.1.2.1 Ежедневно в прогностические центры ГСОДП поступает информация гидрометеорологических наблюдений за текущим состоянием атмосферы с различных наблюдательных платформ: наземных, аэрологических, самолетных, морских, спутниковых.

Задача этапа сбора и первичного контроля информации гидрометеорологических наблюдений – по данным этих наблюдений сформировать информационную базу для оценки текущего состояния атмосферы.

5.1.2.2 Успешность ЧПП напрямую зависит от качества и полноты исходной информации, полученной с помощью автоматизированных систем обработки данных наблюдений за состоянием атмосферы. Вся информация наблюдений, поступающая в прогностический центр, должна проходить автоматическую первичную обработку, включающую:

- распознавание и раскодирование сообщений;
- первичный контроль данных наблюдений.

5.1.2.3 Цель первичного контроля данных наблюдений состоит в выявлении дублирования и грубых ошибок в имеющейся информации и, по возможности, в их исправлении. Грубые ошибки могут быть обусловлены неисправностью измерительной аппаратуры, погрешностя-

ми считывания и обработки показаний приборов, сбоями при передаче и обработке данных.

5.1.2.4 Для выявления грубых ошибок в данных наблюдений следует применять:

- контроль правдоподобия – путем проверки выхода значений за установленные пределы;

- контроль непротиворечивости – путем сопоставления значений нескольких метеорологических параметров в одной точке в один момент времени;

- контроль непрерывности (вертикальной, горизонтальный, временной);

- контроль согласованности (статический контроль, геострофический контроль, контроль согласованности данных наблюдений с климатическими данными и/или результатами предшествующего ЧПП на рассматриваемый срок).

5.1.2.5 Ни один из методов контроля сам по себе не является достаточным. В связи с этим отдельные процедуры контроля должны использоваться совместно.

5.1.2.6 Контроль не может быть абсолютно успешным, поэтому на практике следует стремиться к достижению определенного равновесия между долей необнаруженных ошибок и долей ложных отбраковок или исправлений при всемерном уменьшении количества тех и других.

5.1.3 Объективная оценка текущего состояния атмосферы

5.1.3.1 Для расчетов по гидродинамическим моделям атмосферы необходима информация о текущем состоянии атмосферы и ее под-

стилающей поверхности. Построение оптимальным образом характеризующих это состояние полей в фиксированный момент времени по нерегулярно расположенным в пространстве и времени данным наблюдений разной степени достоверности является задачей объективного анализа и усвоения гидрометеорологических данных.

5.1.3.2 При обработке информации наблюдений за состоянием атмосферы и ее подстилающей поверхности необходимо учитывать следующие факторы:

- существует значительная неоднородность в освещенности метеорологическими наблюдениями различных районов планеты, а также различных уровней атмосферы по вертикали;

- наблюдения проводятся как в стандартные сроки, установленные ВМО (синоптические наблюдения, радиозондирование), так и в промежуточные периоды (спутниковые, самолетные, радарные наблюдения);

- информация наблюдений поступает от измерительной аппаратуры различных типов, имеющих различную дискретность по времени и точность;

- ошибки наблюдений могут иметь как систематический характер, так и быть пространственно связанными;

- поля различных типов метеорологических параметров имеют различные статистические свойства;

- различные наблюдаемые метеорологические параметры в той или иной степени связаны между собой.

Для расчетов по гидродинамическим моделям атмосферы данные о различных метеорологических параметрах, а также данные на разных высотах должны быть согласованными между собой.

5.1.3.3 При оценке параметров текущего состояния атмосферы для восполнения недостатка информации в слабо освещенных наблюдениями областях в системах объективного анализа и усвоения данных следует использовать данные предшествующего прогноза по физически полным гидродинамическим моделям на текущий момент времени.

5.1.3.4 Подготовка начальных данных для задач ЧПП должна занимать достаточно короткое время с учетом жесткого графика выпуска оперативных прогнозов погоды.

5.1.4 Гидродинамический прогноз полей метеорологических параметров

5.1.4.1 Задача прогноза полей метеорологических параметров с помощью гидродинамических моделей атмосферы заключается в определении будущего состояния атмосферы по заданному начальному состоянию (начальным условиям) и внешним воздействиям (граничным условиям), задаваемым на весь период действия прогноза и отражающим влияние внешней среды на процессы в атмосфере*.

5.1.4.2 Математическое моделирование атмосферной циркуляции предполагает формулирование математической модели задачи, разработку алгоритма ее решения и его программную реализацию с

---

* Начальные условия задаются в виде набора полей исходных значений всех прогнозируемых гидродинамической моделью атмосферы метеорологических параметров.

Граничные условия задаются в виде набора полей внешних, т.е. непосредственно не прогнозируемых моделью, переменных параметров в форме потоков тепла, водяного пара и количества движения или Граничные условия задаются в виде набора полей внешних, т.е. непосредственно не прогнозируемых моделью, переменных параметров в форме потоков тепла, водяного пара и количества движения или эквивалентных им параметров на границах атмосферы.

учетом особенностей архитектуры используемой вычислительной системы.

5.1.4.3 Используемые в современных технологиях подготовки КПП гидродинамические модели атмосферы должны удовлетворять определенным требованиям с точки зрения полноты формулировки задачи, а именно - необходимо, чтобы лежащая в основе прогностической модели система уравнений была способна воспроизводить нестационарное трехмерное бароклинное атмосферное течение на вращающейся Земле с учетом процессов переноса и преобразований влаги*.

5.1.4.4 В прогностической модели должны учитываться основные существенные для прогноза физические процессы. Как минимум в этот перечень должны входить: перенос коротко- и длинноволновой радиации с учетом взаимодействия с облачностью, турбулентная диффузия и процессы перемешивания в планетарном пограничном слое; конвекция, конденсация влаги и образование осадков, взаимодействие с поверхностью суши и океана, термические и гидрологические процессы в поверхностном слое суши.

5.1.4.5 При численной реализации гидродинамических моделей атмосферы необходимо учитывать требования сходимости, вычислительной точности, устойчивости и сохранения интегральных свойств численных решений.

5.1.5 Объективная интерпретация гидродинамических прогнозов полей метеорологических параметров

* Этим требованиям удовлетворяет так называемая "полная" система уравнений гидротермодинамики [3]

5.1.5.1 Интересующие потребителей характеристики приземной погоды могут не входить в явном виде в перечень прогнозируемых гидродинамической моделью атмосферы параметров. Для уточнения результатов гидродинамических моделей атмосферы и перехода от рассчитываемых этими моделями переменных к явлениям локального масштаба и элементам погоды следует использовать средства объективной интерпретации выходной продукции гидродинамических моделей*:

- статистическую интерпретацию;
- физико-статистическую интерпретацию.

5.1.5.2 При наличии ансамблей прогнозов на основе гидродинамической модели атмосферы их объективную интерпретацию следует дополнить расчетом характеристик степени неопределенности ЧПП (в виде полей характеристик разброса между членами прогностического ансамбля; вероятностей различных прогностических сценариев или в иной форме).

5.2 Информационная база численного прогноза погоды

5.2.1 Информационная база прогноза полей метеорологических параметров с помощью гидродинамических моделей атмосферы должна включать начальные и граничные условия.

---

* Схемы статистической интерпретации гидродинамических прогнозов решают задачу о наилучшем представлении локальных элементов приземной погоды (предиктантов) через метеорологические параметры (предикторы), которые можно достаточно уверенно спрогнозировать с помощью гидродинамических моделей атмосферы.

Схемы физико-статистической интерпретации на основании физических соображений рассчитывают дополнительные характеристики погоды без обратного влияния на ход расчетов гидродинамического прогноза.

5.2.2 Для расчетов по современным гидродинамическим моделям атмосферы требуется, чтобы начальные поля различных метеорологических параметров (в первую очередь давления, температуры воздуха и ветра), а также данные на разных вертикальных уровнях были согласованы между собой.

5.2.3 Информационная база современных методов ЧПП на практике является глобальной. В случаях, когда прогноз осуществляется с помощью региональных гидродинамических моделей атмосферы, глобальная информация опосредованно присутствует через боковые граничные условия.

5.3 Требования к технологической инфраструктуре

5.3.1 Для обеспечения практической ценности прогностической информации ЧПП должны выпускаться с существенным опережением реального времени.

5.3.2 В силу высокой сложности задачи ЧПП ее практическая реализация предъявляет высокие требования к объему, качеству и своевременности поступления исходной информации и к производительности используемых компьютеров. Использование для оперативно-прогностических задач современных гидродинамических моделей атмосферы возможно лишь при хорошо развитом информационно-технологическом обеспечении центров ГСОДП.

6 Требования к технологии подготовки краткосрочных прогнозов погоды специалистом-прогнозистом

6.1 Роль численных прогнозов погоды и экспертных оценок в технологии подготовки краткосрочных прогнозов погоды

6.1.1 Научно-технический прогресс и развитие вычислительной техники постепенно расширяют возможности и точность автоматизированных объективных методов прогноза погоды. Тем не менее, практические требования к прогностической продукции часто выходят за рамки нынешних возможностей технологий ЧПП.

6.1.2 Основные ограничения автоматизированных технологий ЧПП обусловлены несовершенством используемых гидродинамических моделей атмосферы, а также неполнотой и неточностью информации об исходном состоянии атмосферы и ее подстилающей поверхности.

Гидродинамические модели атмосферы прогнозируют не локальные, а осредненные по ячейкам расчетной координатной сетки значения метеорологических параметров. Используемое в гидродинамических моделях атмосферы дискретное представление полей метеорологических параметров и их изменения во времени является источником погрешностей гидродинамических прогнозов. Недостаточно высокая пространственная детализация, в частности, ограничивает возможности гидродинамических моделей атмосферы воспроизводить экстремальные характеристики и резкие изменения погоды, как пра-

вило, представляющие наибольший интерес для потребителей прогнозов.

В гидродинамических моделях атмосферы представлены лишь основные погодообразующие механизмы. Физические процессы при этом воспроизводится приближенно. Следствием этого являются различного рода систематические ошибки прогнозов.

6.1.3 На сегодняшний день технологии ЧПП не способны прогнозировать целый ряд явлений погоды. Многие из явлений погоды, включая опасные явления, имеют локальный характер и сложную природу образования, которую в настоящее время затруднительно описать формально для полной автоматизации прогноза этих явлений с приемлемым уровнем успешности. По этой причине туманы, гололед и прочие явления прогнозируются в основном специалистами-прогнозистами, которые хорошо знают условия их образования и развития в конкретном регионе*.

6.1.4 Возможны ситуации, когда ошибки и сбои в технологии ЧПП и различного рода нештатные ситуации способны существенно исказить объективную прогностическую информацию и сорвать ее выпуск.

6.1.5 Перечисленные выше причины, опыт повседневной прогностической практики Росгидромета и других НГМС свидетельствуют о том, что обеспечение высокого качества и бесперебойного выпуска КПП требует сбалансированного сочетания результатов ЧПП и их экспертной оценки специалистом-прогнозистом с целью контроля, уточнения и восполнения имеющейся объективной фактической и прогностической информации.

---

* Принятая в системе Росгидромета схема подготовки прогнозов, при которой "фоновые" прогнозы из "Центра" уточняются на местах с учетом локальных особенностей (и, как правило, большего объема доступных фактических данных по территории ответственности), практикуется НГМС большинства стран-членов ВМО.

6.2 Информационная база для подготовки краткосрочного прогноза погоды специалистом-прогнозистом

6.2.1 КПП должны составляться специалистом-прогнозистом на основе данных гидрометеорологических наблюдений и результатов объективных прогностических методов и технологий, в совокупности составляющих информационную базу прогноза.

6.2.2 Для подготовки КПП необходима информация о свойствах воздушной массы, перемещающейся в пункт или район прогноза, и о характере ее трансформации во времени и пространстве (по РД 52.27.724). По мере увеличения заблаговременности прогноза и скорости воздушного переноса пространственно-временные масштабы анализируемых прогнозистом атмосферных процессов возрастают. Последнее означает, что информационная база и функции прогнозистов должны меняться в зависимости от требуемой заблаговременности прогноза.

6.2.3 Значительная часть прогностических организаций Росгидромета выпускает как собственно КПП, так и прогнозы погоды на текущий день (сверхкраткосрочный прогноз погоды) и ближайшие часы (прогноз текущей погоды). При подготовке этих прогнозов необходимо учитывать специфику их информационной базы.

6.2.4 Границы между прогнозом текущей погоды, сверхкраткосрочным и краткосрочным прогнозами достаточно условны, но в целом эта принятая в ВМО классификация [1] отражает реально существующую специфику подготовки прогнозов в зависимости от необходимой заблаговременности.

С точки зрения состава информационной базы между соседними прогностическими временными диапазонами провести явную разграничительную черту сложно, так как многие компоненты информационной базы являются общими. Различия здесь носят главным образом количественный характер и проявляются в необходимой степени детализации и относительной ценности отдельных видов фактической и прогностической информации. В то же время между крайними прогностическими заблаговременностями (несколько часов и несколько суток) существуют вполне определенные качественные различия. Они связаны с тем, что первая представляет средний (или мезомасштабный) диапазон атмосферных процессов (характерные горизонтальные пространственные масштабы – от километров до сотен километров), а вторая соответствует синоптическим масштабам (горизонтальные пространственные масштабы порядка тысяч километров).

6.2.5 Прогноз мезомасштабных процессов (сверхкраткосрочный прогноз и, в особенности, прогноз текущей погоды) должен строиться на информационной базе с адекватной задаче степенью пространственно-временной детализации исходных данных. **Недостаточная обеспеченность информационной базы детализированными данными сводит прогноз к "фоновому" прогнозу** (см. 6.2.12) и существенно снижает его потенциальную информационную ценность.

6.2.6 Жизненный цикл некоторых погодных явлений (например, шквалов, ливней и т.д.) варьирует от минут до десятков минут. Возможности прямого прогноза такого рода явлений с помощью гидродинамических моделей атмосферы весьма ограничены, что обуславливают приоритетную роль данных наблюдений как информационной основы прогноза текущей погоды.

6.2.7 Так как контактные наблюдения за состоянием атмосферы, как правило, разнесены в пространстве достаточно широко, они не всегда способны обеспечить достаточную степень детализации для оценки параметров перемещения погодообразующих структур и зон отдельных погодных явлений. По этой причине помимо контактных метеорологических наблюдений **для подготовки прогнозов текущей погоды и сверхкраткосрочных прогнозов следует привлекать площадные данные дистанционного зондирования атмосферы (радарные, спутниковые)** (по РД 52.27.339) [4].

6.2.8 Для диагноза текущего состояния атмосферы при подготовке прогноза следует привлекать информацию о стратификации воздушных масс по результатам вертикального зондирования атмосферы [5].

6.2.9 Специфика подготовки прогнозов текущей погоды, сверхкраткосрочных и краткосрочных прогнозов погоды проявляется в учете относительной роли присущей атмосферной динамике неустойчивости и в определении приоритетов различных составляющих информационной базы. С переходом от сверхкраткосрочных к собственно краткосрочным прогнозам погоды и по мере увеличения заблаговременности последних линейная экстраполяция развития атмосферных процессов оказывается все менее пригодной для задач прогноза, и в составе информационной базы повышается относительная ценность информации гидродинамических прогнозов*.

6.2.10 **Результаты ЧПП на основе гидродинамических моделей атмосферы следует использовать в качестве объективной основы КПП**. При этом **рекомендуется использовать прогностиче-**

---

* Для временных интервалов порядка 2-3 сут линейная экстраполяция синоптических процессов обычно является весьма грубым приближением, что служит естественным ограничителем возможностей и сферы действия «ручной» синоптической практики КПП.

скую информацию нескольких гидродинамических моделей атмосферы.

6.2.11 Активное перемешивание в атмосферном пограничном слое и влияние на атмосферные течения неоднородностей рельефа и других свойств подстилающей поверхности уменьшает предсказуемость процессов у поверхности земли в сравнении с процессами в более высоких слоях тропосферы. В связи с этим с увеличением заблаговременности прогнозов возрастает роль анализа крупномасштабных процессов в средней тропосфере.

6.2.12 Прогнозируемая погода в конкретной местности определяется в основном мезомасштабными процессами, развивающимися на фоне крупномасштабных синоптических процессов. Предсказуемость мезомасштабных процессов, как правило, исчерпывается часами. Далее возможен лишь «фоновый» прогноз крупномасштабных процессов, когда прогнозируются не детали проявления некоторого явления, а лишь обобщенные характеристики последнего или условия, способствующие возникновению такого рода явлений. Текущие фактические данные о состоянии атмосферы в последнем случае следует использовать для общей оценки свойств воздушных масс, перемещающихся к району прогноза, и оценки предполагаемых фоновых изменений*.

6.2.13 Учитывая значительную изменчивость атмосферных процессов и ограниченность индивидуального опыта, **специалисты-прогнозисты должны ознакомиться с климатической статистической информацией для их региона ответственности** с целью получения представления о диапазоне возможных погодных изменений и

* Роль пространственной детализации фактических данных при прогнозах на 1–3 суток менее критична, чем для прогнозов на несколько часов.

их повторяемости. Особенно важно это при прогнозе экстремальных значений метеорологических параметров.

6.2.14 Востребованность и важность различных компонентов информационной базы могут зависеть от заблаговременности прогноза, региональных особенностей, доступных информационных, технических и кадровых ресурсов прогностических организаций, а также от особенностей текущей метеорологической ситуации. Некоторые виды информации могут быть востребованы при определенных ситуациях и практически не нужны в других.

6.2.15 Определенную степень дублирования, обычно присутствующую в информации, поступающей как от различных источников наблюдений, так и от производителей прогнозов, следует считать полезной для повышения общей надежности информационного обеспечения прогностических организаций и уточнения оценок текущего и будущего состояния атмосферы. Возможности контроля метеорологической информации пропорциональны степени ее избыточности.

6.2.16 Основу информационной базы для подготовки КПП специалистом-прогнозистом должен составлять информационный минимум для подготовки краткосрочных прогнозов погоды согласно приложению А.

6.2.17 Состав информационной базы для подготовки КПП специалистом-прогнозистом следует пересматривать по мере развития технологий прогнозирования.

Включение в информационную базу новых видов продукции должно быть основано на результатах их статистически представительной проверки.

6.2.18 Помимо объективных фактических и прогностических данных опосредованно, через специалиста-прогнозиста в информацион-

ной базе всегда присутствует концептуальная модель гидрометеорологических процессов, т.е. система знаний и представлений о механизмах образования, структуре и жизненных циклах прогнозируемых явлений. Степень адекватности этой концептуальной модели – предмет квалификации специалиста-прогнозиста, обеспечиваемой текущим уровнем научного знания в данной предметной области, специальным образованием и опытом.

Следует регулярно проводить стажировки специалистов-прогнозистов по использованию компонентов рекомендованной информационной базы в практике подготовки КПП.

6.3 Основные этапы типового процесса подготовки краткосрочного прогноза погоды специалистом-прогнозистом

6.3.1 Анализ текущей метеорологической ситуации

6.3.1.1 Задачи данного этапа:

- установить происхождение и общий характер текущих атмосферных процессов, определяющих погодные условия по региону обслуживания, в соответствии с общепринятыми типизациями метеорологических процессов синоптического и мезомасштабов (например, антициклон, седловина, фронтальная система конкретного типа, внутримассовая конвекция и т.д.). Выявление сходства текущей ситуации с определенными типовыми процессами позволяет задействовать концептуальные модели последних (см. 6.2.18) и дает априорное представление о возможном характере сопутствующих явлений погоды;

- выявить особенности текущей типовой ситуации.

6.3.1.2 Анализ текущей метеорологической ситуации должен включать в себя фронтальный анализ полей метеорологических параметров [4].

6.3.1.3 Рекомендуемый порядок анализа текущих атмосферных процессов: от крупных масштабов – к детализации. Крупномасштабная информация задает общий «контекст», на фоне которого развиваются процессы среднего масштаба (мезомасштаба), в основном определяющие погодные условия в конкретной местности.

6.3.1.4 Пространственная область анализа должна включать регион обслуживания и прилегающие территории. Размеры прилегающих территорий определяются заблаговременностью прогноза [5].

6.3.1.5 Продолжительность рассматриваемой предыстории атмосферных процессов должна соответствовать их характерным временным масштабам.

6.3.2 Экстраполяция погодообразующих процессов во времени и пространстве

6.3.2.1 Задача данного этапа – оценка положения и степени развития основных значимых для подготовки прогноза погодообразующих структур (фронтальных разделов, циклонов, антициклонов, термобарических гребней и ложбин) на момент прогноза.

6.3.2.2 Основным методом экстраполяции развития погодообразующих структур во времени и пространстве в современной технологии подготовки КПП является численный прогноз полей метеорологи-

ческих параметров на базе гидродинамических моделей циркуляции атмосферы*.

6.3.2.3 В зависимости от качества объективной прогностической продукции может быть целесообразным ее использование параллельно с «ручной» синоптической экстраполяцией погодообразующих процессов на основе последовательности предшествующих фактических карт погоды, спутниковых снимков и т.д.

6.3.3 Подготовка прогноза в терминах элементов и явлений погоды

Задачи и содержание работ данного этапа:

- определение интервалов наиболее вероятных значений прогнозируемых метеорологических параметров для заданного пункта или территории на основе применения расчетных методов, учета местных особенностей, суточного хода, структуры и особенностей жизненного цикла прогнозируемых явлений погоды;

- оценка возможности возникновения и интенсивности опасных метеорологических природных явлений. Этот пункт является ответственным и трудным из-за сложности и многообразия факторов, влияющих на процесс образования и интенсивность такого рода явлений;

- формулирование текста окончательного прогноза.

---

* Современным инструментом информационной поддержки выпуска сверхкраткосрочных и, в особенности, прогнозов текущей погоды являются автоматизированные системы наукастинга, обеспечивающие практически непрерывное слежение за мезомасштабными погодообразующими структурами и линейную экстраполяцию развития атмосферных процессов во времени и пространстве.

6.4 Функции специалиста-прогнозиста в технологии подготовки краткосрочных прогнозов погоды

6.4.1 Развитие численных методов прогноза постепенно трансформирует роль специалиста-прогнозиста в общей технологии подготовки КПП. При этом в соответствии с 6.1 в силу ряда присущих ЧПП ограничений и ввиду высокой сложности задачи прогноза погоды для специалиста-прогнозиста остается широкое поле деятельности.

В современной технологии подготовки КПП акцент должен быть сделан на тех функциях специалиста-прогнозиста, которые плохо поддаются полной формализации и, соответственно, автоматизации:

- **обобщение разнородной по содержанию и форме представления информации**: данных различных видов фактических карт погоды и прогностических полей метеорологических параметров, выпущенных различными прогностическими центрами; спутниковой информации; результатов выполненных специалистом-прогнозистом расчетов на основе объективных методов прогноза; климатической информации для района прогноза; результатов станционных наблюдений, высотного зондирования и т.д.

Комплексный подход к анализу разнородной метеорологической информации – один из важнейших методологических принципов ее экспертной оценки и интерпретации.

Как правило, комплексное использование нескольких видов актуальной информации способствует уменьшению ошибок прогноза. При этом каждый вид используемой информации имеет свои преимущества, недостатки и технологические особенности и требует специального рассмотрения.

Рекомендуемая практика коллективного обсуждения прогноза при подготовке его несколькими специалистами также является разновидностью обобщения различных источников информации и способствует выработке более объективного варианта прогноза;

- интерпретация численных прогнозов в терминах явлений и параметров приземной погоды и, в первую очередь, оценка возможности возникновения и интенсивности ОЯ и резких изменений погоды;

- оценка влияния локальных физико-географических особенностей района прогноза на эволюцию погодообразующих структур.

6.4.2 Развитие методов и технологий ЧПП порождает такие качественно новые аналитические функции специалиста-прогнозиста как **выявление и учет особенностей систематического поведения (систематических ошибок) ЧПП для региона прогноза.** Практическая реализация этих новых функций предполагает параллельное осуществление долговременного мониторинга фактической погоды и результатов объективных прогностических методов по пункту или району ответственности для постепенного формирования навыков оптимального использования объективной прогностической продукции.

Следует учитывать, что систематические ошибки ЧПП могут иметь достаточно сложный характер и зависеть от структуры атмосферных течений.

6.4.3 В связи с тем, что навыки учета в прогнозе локальных особенностей региона и специфики используемых прогностических методов приходят с опытом, настоятельно рекомендуется проводить предварительные стажировки специалистов-прогнозистов по месту их будущей практической деятельности.

6.4.4 Для комплексного использования данных наблюдений и численной прогностической информации прогнозист должен иметь возможность визуализировать ее в удобном виде и свободно оперировать ею.

6.4.5 Многие функции специалиста-прогнозиста могут быть реализованы более эффективно с помощью специализированных автоматизированных рабочих мест. Однако положительный эффект при этом возможен лишь в случае, если специалист-прогнозист обладает необходимыми знаниями в метеорологии. Специалисты-прогнозисты должны обладать соответствующей квалификацией, определяемой профилирующим образованием, либо необходимым стажем работы по данной специальности.

6.4.6 Развивающиеся новые технологии со временем способны существенно расширить возможности КПП и в значительной степени трансформировать процесс его подготовки.

7 Содержание и форма представления краткосрочных прогнозов погоды

7.1 КПП составляется в терминах с ясно определенной количественной интерпретацией. Базовые требования к терминологии предназначенных для широкого круга потребителей КПП определены в [3].

7.2 Содержание предназначенных для широкого круга потребителей КПП должно быть комплексным - формулировка прогноза должна включать информацию об основных элементах (экстремальной температуре воздуха, скорости и направлении ветра, осадках, облачности) и явлениях погоды [3].

7.3 В формулировке КПП по возможности следует:

- отражать уровень неопределенности в оценке прогнозируемых параметров и явлений;

- указывать временной ход элементов погоды;

- использовать пространственную детализацию (для прогнозов по району).

7.4 Форма представления прогнозов может быть как текстовой, так и графической. В последнем случае должно быть обеспечено четкое соответствие между текстовыми и символьными формами представления содержания прогноза.

Приложение А

(обязательное)

Информационный минимум для подготовки краткосрочных прогнозов погоды

А.1 С точки зрения доступной специалистам-прогнозистам для подготовки КПП информационной базы прогностические организации находятся в разных условиях. Существует, однако, такой уровень информационной обеспеченности, ниже которого выпуск прогнозов сложно считать объективно обоснованным – информационный минимум. Компоненты этого уровня должны присутствовать в любой организации, выпускающей КПП.

А.2 Подготовка и распространение всех компонентов информационного минимума для подготовки КПП осуществляется на основе технологий оперативной обработки данных и прогнозирования ГСОДП и Росгидромета.

Все компоненты информационного минимума доступны прогностическим организациям Росгидромета на некоммерческой основе.

А.3 Всем прогностическим организациям необходимо стремиться к повышению уровня своего информационного обеспечения для снижения субъективизма при прогнозировании погоды и повышения качества выпускаемых КПП.

А.4 Компоненты информационного минимума для подготовки КПП:

А.4.1 Карты приземной фактической погоды с фронтальным анализом (далее – карты) (по РД 52.27.724) за последний и предшествующие основные сроки синоптических наблюдений (фронтальный

анализ проводится или выпускающим карты центром или получающими эти карты прогностическими организациями).

Масштаб карт должен обеспечивать достаточную степень детализации прогнозов. С другой стороны, отображаемый на картах регион должен быть достаточно обширен для анализа эволюции существенных для прогноза погодообразующих структур на протяжении всего периода прогноза.

А.4.2 Высотные карты, построенные на основе результатов объективного анализа полей метеорологических параметров за последний и предшествующие сроки наблюдений:

- высота изобарической поверхности 500 гПа;

- температура и влажность воздуха на изобарической поверхности 850 или 700 гПа.

А.4.3 Карты гидродинамических прогнозов ММЦ и РСМЦ соответствующих заблаговременностей:

- давление на уровне моря;

- температура и влажность воздуха на уровнях изобарических поверхностей 850 или 700 гПа;

- высота изобарической поверхности 500 гПа.

В составе информационного минимума должно быть обеспечено поступление продукции технологий оперативного ЧПП Росгидромета.

А.4.4 Экстренная информация об опасных природных явлениях со станций штормового кольца и от ближайших оперативно-прогностических организаций.

А.4.5 Результаты последнего аэрологического зондирования ближайшего или территориально наиболее представительного в данной синоптической ситуации пункта радиозондирования (аэрологическая диаграмма).

А.4.6 Карты минимальных и максимальных значений приземной температуры воздуха и полусуточных сумм осадков за прошедшие сутки.

Библиография

[1] Наставление по глобальной системе обработки данных. – ВМО № 485.- Том 1. Глобальные аспекты. 2003. – Том 2. Региональные аспекты. 2003. – Женева-Швейцария.

[2] Федеральный закон «О гидрометеорологической службе» от 19 июля 1998 г. № 113-ФЗ (Собрание законодательства Российской Федерации, 1998 г., с изменениями от 25 июня 2002 г., 22 августа 2004 г., 3 июня 2005 г., 2 февраля 2006 г.).

[3] Руководство по краткосрочным прогнозам погоды. Часть 1. (Одобрено ЦМКП Госкомгидромета 30 ноября 1984 г.) – Л.: Гидрометеоиздат, 1986. – 702 с.

[4] Руководство по использованию спутниковых данных в анализе и прогнозе погоды (Одобрено ЦМК по гидрометеорологическим прогнозам 6 февраля 1980 г.). – Л.: Гидрометеоиздат, 1982. – 300 с.

[5] Наставление по службе прогнозов. Раздел 2. Служба метеорологических прогнозов. Часть 2. Составление и оформление анализа карт погоды, аэрологических диаграмм, вертикальных разрезов, радиолокационных карт и представление информации с метеорологических искусственных спутников Земли. Часть 3. Терминология и оценка оправдываемости краткосрочных прогнозов погоды.- Л.: Гидрометеоиздат, 1974.

Ключевые слова: прогноз, погода, метеорологические параметры, явления погоды, прогноз погоды, численный прогноз погоды, гидродинамическая модель атмосферы, краткосрочный прогноз погоды, успешность прогноза, специалист-прогнозист

Лист регистрации изменений

Номер изменения	Номер страницы				Номер документа (ОРН)	Подпись	Дата	
	измененной	замененной	новой	аннулированной			внесения изменения	введения изменения

gost.e-ecolog.ru