

**МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И ЭКОЛОГИИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

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

ОТЧЕТ

по результатам командирования за границу по линии международных
научно-технических связей

Страна командирования:	Германия (г. Ланген)
Наименование мероприятия:	Второе совещание целевой группы ВМО по разработке руководящих указаний по методам прогнозирования текущей погоды (ЦГ-РРУМПТП)
Основание для командирования:	Дополнение к Плану МНТС Росгидромета на 2017 г.
Сроки командирования:	06-09 февраля 2017 г.
Состав делегации:	Л.А. Никитина, начальник группы верификации прогнозов отдела МО ЕС ОрВД ФГБУ «Авиаметтелеком Росгидромета»
Условия финансирования:	За счет ВМО

Москва, 2017 г.

Второе совещание целевой группы ВМО по разработке руководящих указаний по методам прогнозирования текущей погоды (ЦГ-РРУМПТП) проводилось в период 6-9 февраля 2017 г. в г. Ланген (Германия) в здании Учебного центра Метеорологической службы Германии.

В работе совещания принял участие представитель ВМО, руководитель программы Глобальной системы обработки данных и прогнозирования (GDPFS) ВМО Abdoulaye Harou.

В состав целевой группы ЦГ-РРУМПТП входят:

- Yong Wang (Австрия, ZAMG), руководитель целевой группы;
- Estelle de Coning (Швейцария, ВМО);
- Wilfried Jacobs (Германия, DWD);
- Rita Roberts (США, NOAA);
- Jim Wilson (США, NOAA);
- Larisa Nikitina (Россия, Росгидромет);
- Jianjie Wang (Китай, СМА), не присутствовала;
- Paul Joe (Канада, ЕССС), не присутствовал.

Цель и повестка дня совещания:

1. Открытие совещания, обсуждение плана работы и повестки;
2. Отчет о разработке Руководства и обсуждение чернового варианта;
3. Отчет о рассмотрении чернового варианта Руководства другими экспертами ВМО;
4. План дальнейшей работы по подготовке Руководства для рассмотрения комиссией ВМО по публикациям.

1. Открытие совещания

С приветственным словом к участникам совещания обратился руководитель программы Глобальной системы обработки данных и прогнозирования (GDPFS) ВМО Abdoulaye Harou. Он приветствовал участников совещания от лица Генерального секретаря ВМО Dr. Petteri Taalas и напомнил о решении 17-ой сессии Конгресса ВМО (КГ-17, май-июнь 2015г.) о «разработке бесшовного моделирования глобальных и региональных процессов в атмосфере для прогнозирования погоды и климата» - постепенном создании будущей усовершенствованной, интегрированной и бесшовной системы обработки данных и прогнозирования, что требует интеграции наблюдений, наукастинга и численных прогнозов погоды (ЧПП).

Разработка систем наукастинга является первым шагом к бесшовному моделированию глобальных и региональных процессов в атмосфере для прогноза погоды, поэтому создание и скорейшая публикация Руководства по методам наукастинга является важнейшей задачей и создает основу для правильного внедрения наукастинга в странах-членах ВМО с учетом движения к бесшовной программе GDPFS.

2. Отчет о разработке Руководства и обсуждение чернового варианта

Руководитель целевой группы (ЦГ-РРУМПТП) Yong WANG (Австрия, ZAMG) кратко представил работу, проведенную целевой группой в 2016 г., и поблагодарил участников группы за оперативную разработку материалов чернового варианта Руководства. Основываясь на выработанном на первом совещании в Пекине (Китай) в марте 2016 г. плане-схеме, каждый из экспертов-членов целевой группы отвечал за разработку конкретных разделов Руководства:

- Краткая аннотация и глава 1: Вступление -Yong Wang (Австрия);
- Глава 2: Наблюдения - Estelle de Coning (Швейцария);
- Глава 3: Системы и методы наукастинга - Rita Roberts и Jim Wilson (США), Jianjie Wang (Китай);

- Глава 4: Верификация – Barbara Brown (США) и Larisa Nikitina (Россия);
- Глава 5: Обучение - Wilfried Jacobs (Германия);
- Глава 6: Применение наукастинга - Rita Roberts (США) и Paul Joe (Канада).

Кроме того, к написанию и рецензированию глав привлекались и другие эксперты (не только члены ЦГ).

В процессе обсуждения чернового варианта Руководства были рассмотрены в рабочем порядке все главы по отдельности.

2.1 Во введении к Руководству по методам наукастинга дано определение: наукастинг - детальный прогноз локальной погоды на период от нескольких минут до 6 часов с помощью любого метода прогнозирования, включая детальное описание текущей погоды.

Кроме того, кратко обозначены рекомендации для стран-членов ВМО, внедряющих наукастинг в практику работы своих национальных гидрометеослужб (НГМС), например:

- привлечение с самого первого момента планирования системы наукастинга конечных пользователей для определения их потребностей и требований в отношении продукции наукастинга;
- оценка всех доступных метеорологических наблюдений с точки зрения качества данных, своевременности их передачи, визуализации и хранения;
- определение недостатков и потребностей в имеющихся ресурсах, организации наблюдений, передаче данных, инфраструктуре, технической поддержке (возможно, в консультации с экспертами ВМО по наукастингу);
- необходимость предусмотреть возможность интеграции данных всех наблюдений, выходной продукции ЧПП на рабочем месте прогнозиста для создания эффективной системы наукастинга;
- необходимость предусмотреть возможность сотрудничества с соседними странами для обмена данными наблюдений и продукцией ЧПП для усиления разработанных систем наукастинга;
- проведение верификации продукции наукастинга с ориентировкой на требования и пороговые критерии пользователей.

2.2 В главе 2 «Наблюдения» представлены описания различных видов наблюдений, необходимых для наукастинга, а так же требования к их точности и контролю качества данных.

В зависимости от возможностей НГМС, для наукастинга могут использоваться различные виды наблюдений:

1. Для продвинутых систем наукастинга (для наиболее развитых стран) доступные наблюдения включают: наземные наблюдения, аэрологическое зондирование, радары, профайлеры, грозопеленгаторы, самолетные наблюдения, спутники и другие;
2. Для систем наукастинга для НГМС с ограниченными ресурсами наблюдения могут включать только данных наземных наблюдений и спутниковую информацию.

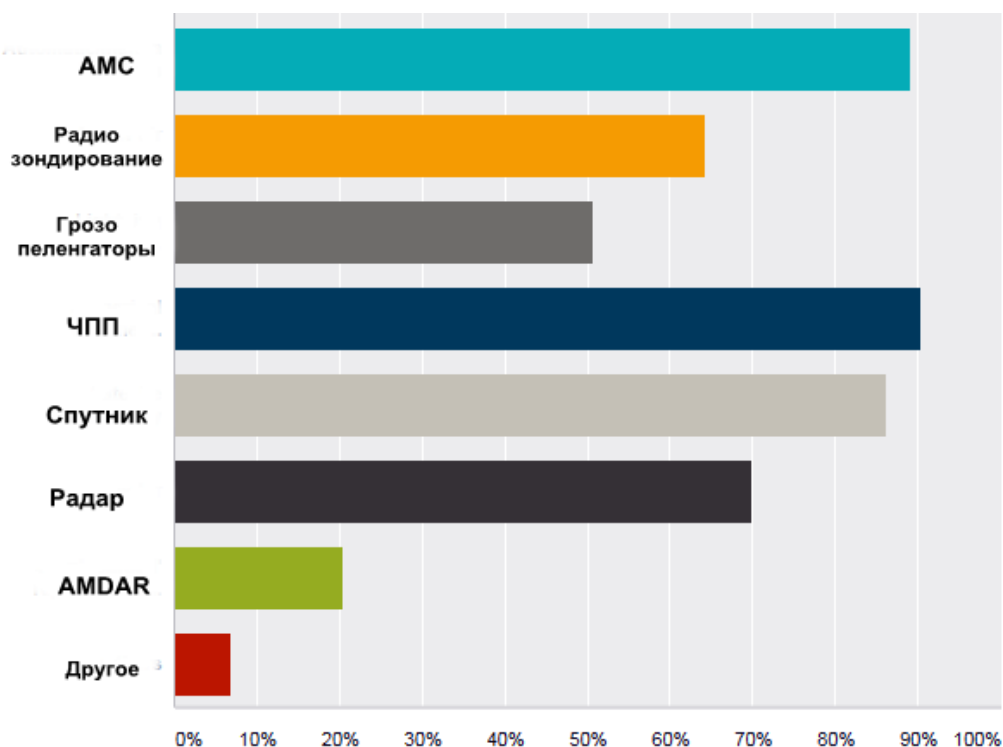


Рис. 1: Данные используемые для продвинутой системы наукастинга

Для НГМС с ограниченными ресурсами разработаны инновационные и недорогостоящие технологии, такие как 3-D принтеры. Автоматические метеостанции дорогие и стоят примерно 10-20 тысяч долларов каждая (без учета расходов на техническое обслуживание). Простейшая метеостанция, напечатанная на 3D принтере, стоит всего 300-500 долларов. Помимо пластиковых деталей, для ее сборки требуется лишь несколько датчиков и электроника. Эти станции легко изготовить, отремонтировать и даже заменить в случае необходимости. Поврежденные детали станций легко заменяются, простой печатью на 3D-принтере. Эксперты из Национального центра атмосферных исследований (National Center for Atmospheric Research, NCAR) успешно установили и провели эксплуатацию 5-ти недорогих 3D-печатных метеорологических станций первого поколения в Республике Замбия, Южная Африка.

Для обработки и передачи данных наблюдений с таких метеостанций может использоваться совсем недорогой одноплатный компьютер Raspberry Pi размером с банковскую карту. Метеостанции на основе этого мини-компьютера (Oracle Raspberry Pi Weather Station) включают в себя те же функции, что и полнофункциональные метеостанции.

Дополнительными источниками данных наблюдений для наукастинга могут быть бесплатные или достаточно дешевые данные, доступные онлайн. НГМС могут использовать данные радаров или наблюдений из соседних стран по договоренности, особенно, если значительные явления погоды приходят «по потоку» со стороны этих стран. В главе 2 обращено внимание на важность обмена данными наблюдений с соседними странами (например, данными радаров) для развития систем наукастинга, примером может быть Европейская программа обмена радиолокационными данными OPERA <http://www.eumetnet.eu/radar-network>.

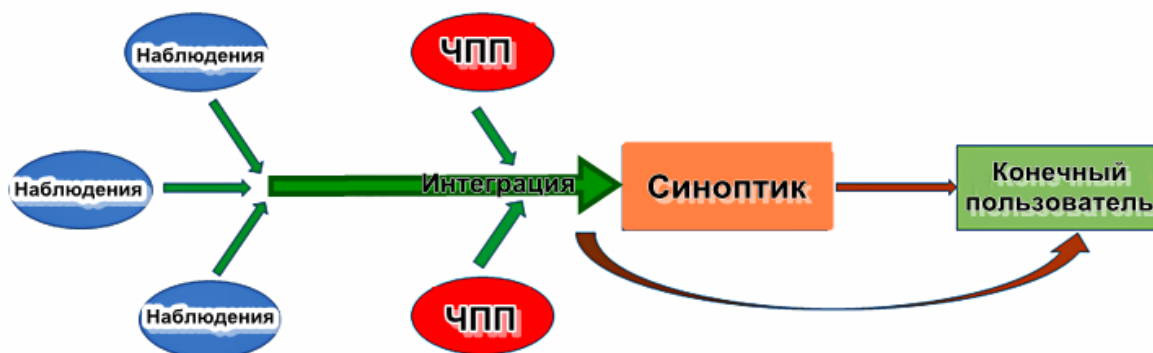
2.3 Глава 3 «Системы и методы наукастинга» касается различных методов наукастинга, от экстраполяции до использования ЧПП с высоким разрешением.

В настоящее время большинство систем наукастинга в разных странах основано на экстраполяции данных радиолокаторов, например, система наукастинга SWIRLS - система предупреждения населения и служб об интенсивных ливнях и грозах Обсерватории Гонконга. На этом же принципе основана система авиационного наукастинга ATNS - модифицированная система SWIRLS, адаптированная для авиационных пользователей система автоматического отслеживания движения радиоэха и прогнозирования будущего положения грозы, которая может блокировать подходы и зоны ожидания воздушных судов в международном аэропорту Гонконга в течение последующих 60-90 мин.

В главе отмечается, что при отсутствии большого количества наблюдений (данные наблюдений редки или плохого качества, нет радаров) наукастинг является сложной задачей, например, в развивающихся и наименее развитых стран. В таких случаях для наукастинга рекомендуется использовать данные геостационарных спутников, например МЕТЕОСАТ-8 и 10 (Meteosat Second Generation, MSG). Спутниковая информация находится в открытом доступе на сайте Евromетсата (European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites, EUMETSAT) <http://www.eumetsat.int/>. Кроме того, разработано бесплатное специализированное программное обеспечение для получения спутниковых продуктов для наукастинга. Например, для наукастинга конвективных явлений и гроз используются цветосинтезированные (RGB) и спутниковые изображения высокого разрешения (HVR), а также такие спутниковые продукты, как глобальный индекс неустойчивости GII, индексы быстро развивающихся гроз RDT и количества конвективных осадков CRR, рассчитываемые по спутниковым данным в Центре применения спутниковой информации для наукастинга (NWC SAF, Satellite Application Facilities, <http://www.nwcsaf.org/>). Этот подход используется в проекте ВМО по прогнозированию опасной погоды (SWFDP) в южной и восточной Африке.

В главе подчеркивается, что если для первых 2 часов наукастинга наилучшую оправдываемость имеет метод экстраполяции данных наблюдений (радаров или спутников), то начиная со 3-го часа свой вклад вносят ЧПП. В последние годы смешанные системы наукастинга (наблюдения + ЧПП) часто автоматически выдают выходную продукцию на рабочие места прогнозистов и пользователей, без вмешательства прогнозиста в итоговые результаты.

В Руководстве рассмотрены интегрированные (смешанные) методы наукастинга (данные наблюдений + ЧПП), например оперативная интегрированная система наукастинга INCA (<http://www.inca-ce.eu/>), разработанная в Австрии для стран Европейского союза.



Для НГМС с ограниченными ресурсами, в случае отсутствия собственных мезомасштабных моделей атмосферы, для создания базовых систем наукастинга рекомендуется использование выходных данных бесплатных свободно распространяемых глобальных моделей с открытым исходным кодом, имеющих в открытом доступе, тем более что разрешение глобальных моделей в настоящее время всего 15-25 км. В сочетании с использованием спутниковой информации и продуктов, такой подход помогает создать достаточно эффективную и недорогую систему наукастинга. Примерами таких моделей, доступных онлайн, являются модели GFS (США), WRF (США) и ECMWF (Европа).

В главе подчеркивается, что для наиболее опасных явлений погоды, которые являются достаточно редкими явлениями, и для прогнозирования на первые 3 часа ЧПП имеют недостаточно точными в прогнозе для конкретного места и времени. Поэтому рекомендуется для продвинутых систем наукастинга дополнительно использовать метод ансамблевого прогнозирования, который позволяет точнее определить место и время возможного опасного явления.

2.4 В главе 4 «Верификация выходной продукции наукастинга» отмечается, что оценка продукции систем наукастинга должна регулярно проводиться для определения их надежности и достоверности прогнозирования опасных явлений погоды. Методы оценки зависят как от прогнозируемого элемента или явления (гроза, видимость и другие), а также от вида и качества данных наблюдений, используемых для наукастинга и верификации.

Отмечено, что в целом, уже разработанные системы наукастинга показывают хорошие результаты в прогнозе продолжительности и интенсивности осадков (для умеренных и сильных осадков), конвекции и гроз, направления и скорости ветра. Верификация наукастинга видимости и высоты нижней границы облаков показала, что, хотя методы наукастинга видимости могут давать полезную информацию, но они на данный момент не являются достаточно точными для оперативной работы.

В главе отмечено, что существует ряд методов верификации ЧПП, используемых в практической деятельности. Однако немногие из них подходят для оценки именно наукастинга редких и опасных явлений. Даны ссылки на материалы рабочей группы ВМО по верификации и на рекомендуемые методы оперативной верификации, подходящие для наукастинга.

2.5 В главе 5 «Обучение прогнозистов и потребителей» подчеркнуто, что несмотря на доступность и распространение современных полностью автоматических систем, прогнозисты играют ключевую роль в процессах наукастинга. Поэтому необходимо предусмотреть непрерывное обучение и переобучение синоптиков всем аспектам процесса наукастинга, используя, в том числе доступные учебные семинары и материалы ВМО.

В главе собрана информация о курсах в учебных структурах ВМО, которые помогают синоптиками и пользователям в изучении и работе с наукастингом:

- ВМО предлагает учебные материалы в помощь Региональным Учебным центрам и непосредственно синоптикам по разным аспектам прогнозирования, в том числе и по наукастингу (<https://public.wmo.int/en/resources/training/>);
- CALMET (организация дистанционного метеорологического обучения, <http://www.eumetcal.org>) организовала виртуальную учебную библиотеку, регулярно проводит учебные вебинары, онлайн курсы обучения. Например, курсы по радарной метеорологии и спутниковым продуктам (для наукастинга) открыты на сайте в свободном доступе для всех;
- EUMeTrain (Европейская организация по обучению в области гидрометеорологии, www.eumetrain.org) регулярно несколько раз в год проводит

курсы по прогнозированию, включая комбинирование разных типов данных (ЧПП, наблюдения, спутники), по применению спутниковых и радарных данных, по спутниковым продуктам с анализами примеров из практики.

2.6 В главе 6 «Применение наукастинга» приведены примеры успешного применения наукастинга в международной практике и оперативной работе НГМС.

Наиболее заинтересованным потребителем и одним из первых заказчиков разработки систем наукастинга является авиация, в связи с тем, что сложные погодные условия (летние - грозы и конвекция и зимние - снег, замерзающие осадки, низкая облачность, ограниченная видимость и др.) влияют на деятельности авиации. Наилучшие примеры применения наукастинга в авиации дает международный исследовательский демонстрационный проект ВМО по авиационному наукастингу (AvRDP) для нескольких наиболее загруженных аэродромов с различными климатическими условиями.

Глава так же включает описание опыта оперативного применения наукастинга на международных мероприятиях, например, на Олимпийских играх, и особое внимание уделено необходимости международного взаимодействия в области наукастинга. В главе подчеркивается, что разработка систем наукастинга может проводиться через консорциумы или партнерство с другим НГМС. Например, такие системы, как европейская система наукастинга INCA, разработка которой ведется в ZAMG (Австрийская метеослужба) в консорциуме с рядом европейских стран. В таком подходе есть множество преимуществ при разработке экономически эффективных систем наукастинга.

3. Отчет о рассмотрении чернового варианта Руководства другими экспертами ВМО

Черновая версия Руководства по методам наукастинга, разработанная ЦГ, была представлена в октябре 2016 г. во время встречи Региональной технической группы по внедрению (RTIT) демонстрационного проекта по прогнозированию опасной погоды (SWFDP) для Южной Африки для ознакомления, замечаний и предложений.

Были получены положительные отзывы о важности и своевременности разработки Руководства, а так же отдельные комментарии и предложения, разосланные членам ЦГ до начала совещания. Во время совещания, в процессе обсуждения были внесены изменения в Руководство, исходя из принятых замечаний, комментариев и предложения экспертов RTIT SWFDP.

4. План дальнейшей работы по подготовке Руководства для рассмотрения комиссией ВМО по публикациям.

После окончательного согласования черновика Руководства, со всеми принятыми изменениями, ЦГ обсудила сроки написания финальной (чистой) версии. Финальная версия Руководства по методам наукастинга будет подготовлена для публикации в конце апреля 2017 г.

В мае-июне 2017 г. комиссия ВМО по публикациям рассмотрит Руководство для передачи его на публикацию в целях помощи НГМС тех стран, где не всегда доступны сложные инструменты наблюдений и суперкомпьютерные ресурсы для расчетов ЧПП, в разработке высококачественных, недорогих, экономически эффективных и ориентированных на пользователей систем наукастинга.