

Состояние, проблемы и перспективы развития систем раннего предупреждения на временных масштабах атмосферной памяти (от десятков минут до десяти дней)

Киктёв Дмитрий Борисович
Гидрометцентр России, <https://meteoinfo.ru>

30.10.2024

Инициатива ООН «Заблаговременные предупреждения - для всех» (EW4All)

Инициатива EW4All была официально предложена Генеральным секретарем ООН в ноябре 2022 года на заседании COP27 (27-я Конференция сторон Рамочной конвенции ООН об изменении климата, 6-20 ноября 2022 г., Шарм-эль-Шейх, Египет).

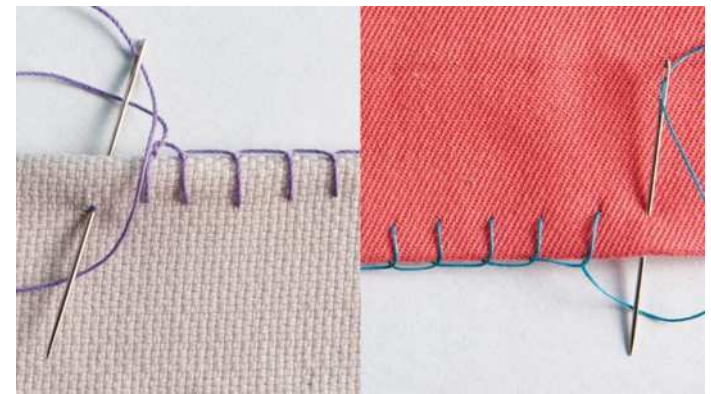
В рамках этой инициативы предполагается охватить весь мир системами заблаговременного предупреждения к концу 2027 года.

ВМО и Управление ООН по снижению риска бедствий вместе с Международным телекоммуникационным союзом и Международной федерацией обществ Красного Креста и Красного Полумесяца возглавляют работу по реализации этой инициативы.

Прогноз опасных явлений – приоритет прогностической гидрометеорологии

- Магистральный путь – развитие наблюдательных систем и прогностических технологий в целом и, =>, прогнозов опасных / экстремальных явлений в частности. ...
- Всемирное расширение информационной базы (новая унифицированная политика данных ВМО, расширение взаимодействия с частным сектором, краудсорсинг и т.д.)
- Расширение спектра прогностической продукции новыми, ориентированными на оценку рисков продуктами (! важность вероятностного подхода !)
- Смещение «фокуса» деятельности прогнозистов на прогноз опасных явлений

Концепция «бесшовности» и ранние предупреждения



- Концепция бесшовного прогнозирования сначала в основном была нацелена на объединение моделей погоды и климата, но она может стать еще более важной для прогнозов явлений погоды со значительными воздействиями.
- Важный аспект понятия бесшовности - согласованность различных видов прогностической продукции независимо от заблаговременности и методов их выпуска.

Сложности «бесшовности»

«Бесшовный» подход может требовать «склейки» / комплексирования результатов весьма различных прогностических систем (например, наукастинга и ЧПП или ЧПП различных прогностических моделей).

Некоторые нерешенные проблемы:

- Сохранение реалистичности погодных объектов/явлений при комплексировании прогнозов из разных источников (структура полей осадков, фронты и т.д.)
- Сохранение согласованности между метеорологическими параметрами при калибровке и комплексировании.

Задача усложняется при «склейке» вероятностных прогнозов различных прогностических систем, т.к. требуется «бесшовность» и на уровне вероятностных распределений.

Прогнозирование воздействий

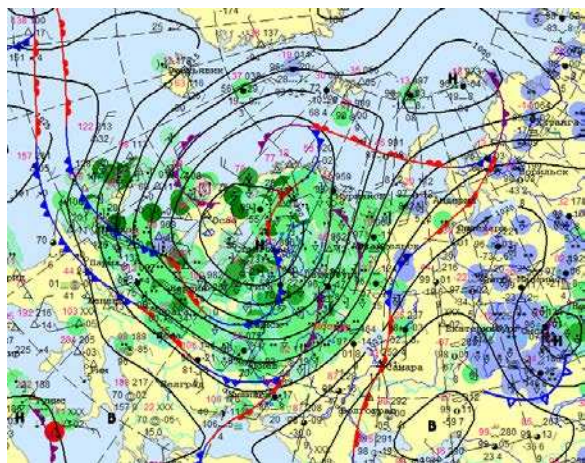
В последние годы особое внимание уделяется более **эффективному использованию информации** за счет улучшения продукции и услуг, включая передачу неопределенности и взаимодействие с потребителями. Услуги должны быть адаптированы к потребностям пользователей.

- Развитие интерфейсов (Пример: количество свежеснежавшего снега => количество самосвалов для коммунальных служб; аномалии температуры => количество градусо-дней для энергетиков и т.д.)
- Развитие «дочерних моделей» (Пример: морское волнение + ветер + лед => оптимальные курсы для судоходства и т.д.)
- Междисциплинарные Big Data – простор для приложений искусственного интеллекта.

Связь погодных явлений и их воздействий не всегда «прямолинейна»

- Погодные явления со значительными воздействиями — это не обязательно экстремальные явления. Для различных категорий пользователей практически любые погодные условия могут оказаться условиями со значительными воздействиями
- Непредставленные в прогностических моделях «внешние»/ инфраструктурные факторы могут сильно повлиять на конечное воздействие природных факторов (например, уязвимость транспортной системы повышается в часы пик; обледенение воздушного судна зависит от типа самолета и т.д.).

Проецирование неопределенности прогноза в неопределенность возможных воздействий



При реализации «бесшовного» подхода вместо манипулирования различными источниками прогнозов на разных сетках, в разных форматах, с разными объемами ансамблей и т.д. создается единая «розетка», от которой различные «дочерние» прикладные модели и системы поддержки принятия решений могут «запитуваться» постоянно обновляемой калиброванной информацией *PDF* для всех возможных сценариев, включая экстремальные.

Придем ли мы в конце концов к вероятностным предупреждениям?

Более реалистичным представляется ответ «НЕТ»:

Вероятностные прогнозы –

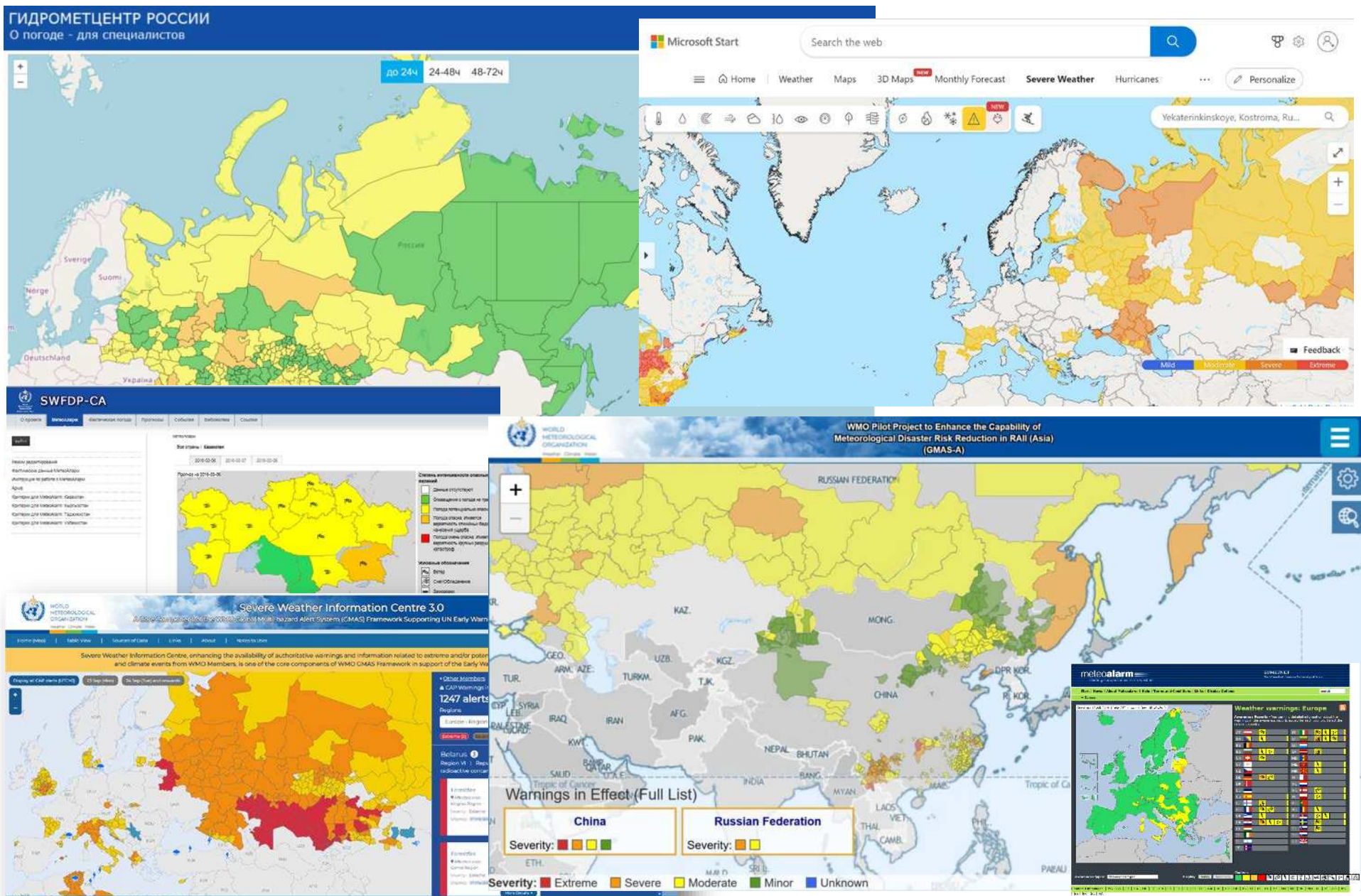


Вероятностные предупреждения –



Вероятностный подход естественен для задач прогнозирования гидрометеорологических процессов, однако тезис о наличии неизбежной неопределенности в прогнозах часто не находит у пользователей понимания. В особенности это касается предупреждений об опасных явлениях.

Глобальная система предупреждений о множественных природных угрозах GMAS (Global Multi-Hazard Alert System)



Common Alerting Protocol (CAP)

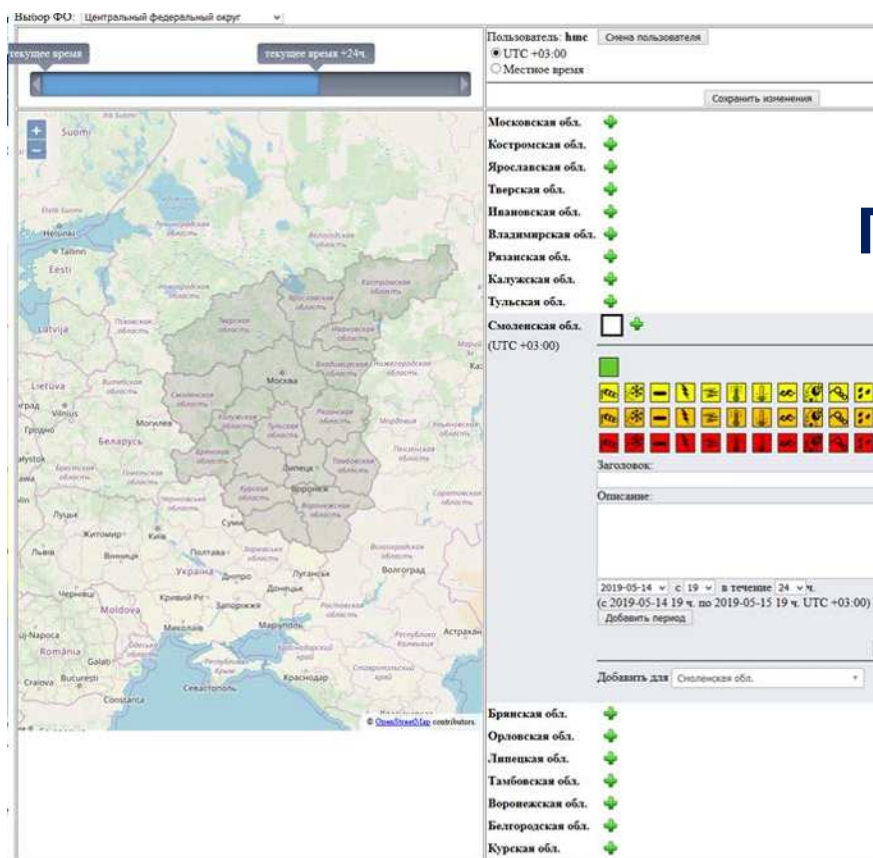


**В развиваемой ВМО системе
GMAS информационный
обмен между региональными
системами строится на
основе протокола CAP
(Common Alerting Protocol)**

```
<feed>
<title>Метеопредупреждения</title>
<link rel="alternate" href="https://meteoinfo.ru/hmc-output/cap/cap-feed/ru/atom.xml"/>
<author>
<name>Гидрометцентр России</name>
<email>web@mecom.ru</email>
</author>
<subtitle>
Прогностические гидрометеорологические предупреждения
</subtitle>
<id>
https://meteoinfo.ru/hmc-output/cap/cap-feed/ru/atom.xml
</id>
<rights>public domain</rights>
<updated>2020-11-26T10:31:01Z</updated>
<dc:date>2020-11-26T10:31:01Z</dc:date>
<dc:rights>public domain</dc:rights>
<entry>
<title>Берег</title>
<link rel="alternate" href="https://meteoinfo.ru/hmc-output/cap/cap-feed/ru/20201126103101-1.xml"/>
<link rel="related" type="application/cap+xml" href="https://meteoinfo.ru/hmc-output/cap/cap-feed/ru/20201126103101-1.xml"/>
<author>
<name>Гидрометцентр России</name>
<email>web@mecom.ru</email>
</author>
<id>
https://meteoinfo.ru/hmc-output/cap/cap-feed/ru/20201126103101-1.xml
</id>
<updated>2020-11-26T10:31:01Z</updated>
<published>2020-11-26T10:31:01Z</published>
<summary type="text">Мурманская обл.: Ветер (уровень опасности 1 из 3)</summary>
<dc:date>2020-11-26T10:31:01Z</dc:date>
</entry>
<entry>
<title>Гололедно - изморозевое отложение</title>
<link rel="alternate" href="https://meteoinfo.ru/hmc-output/cap/cap-feed/ru/20201126103101-2.xml"/>
<link rel="related" type="application/cap+xml" href="https://meteoinfo.ru/hmc-output/cap/cap-feed/ru/20201126103101-2.xml"/>
<author>
<name>Гидрометцентр России</name>
<email>web@mecom.ru</email>
</author>
<id>
https://meteoinfo.ru/hmc-output/cap/cap-feed/ru/20201126103101-2.xml
</id>
<updated>2020-11-26T10:31:01Z</updated>
<published>2020-11-26T10:31:01Z</published>
<summary type="text">
Мурманская обл.: Гололедно - изморозевое отложение (уровень опасност
из 3)
</summary>
</entry>
```

Система «Метеопредупреждения» интегрирована в систему GMAS

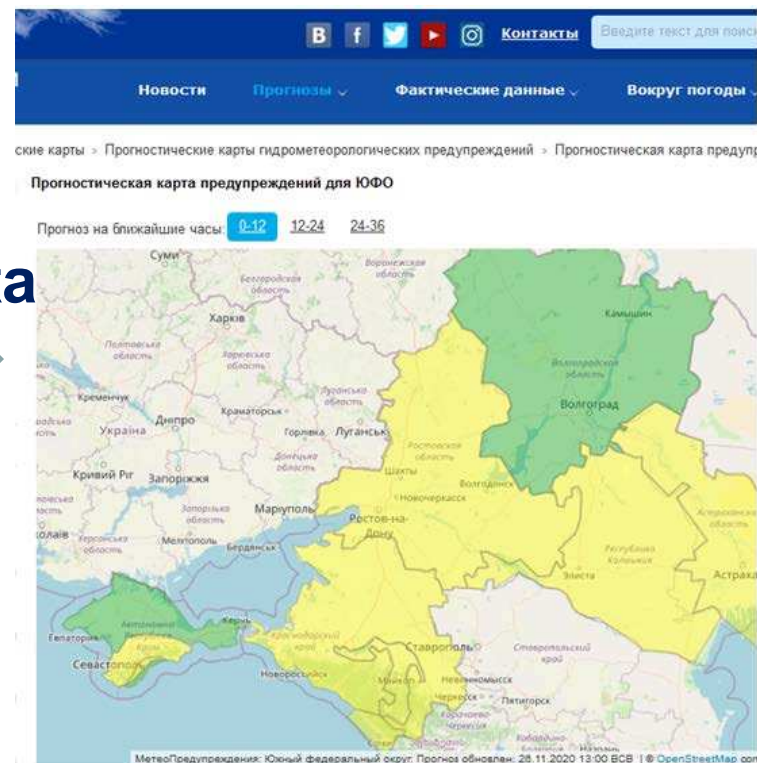
Внутренний интерфейс системы



Графика



Внешний интерфейс системы



	часы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36		
Московская обл.																																							
Костромская обл.																																							
Ярославская обл.																																							
Тверская обл.																																							

Астраханская обл.	Прочие опасности. Период предупреждения с 23 ч. 26 ноября до 11 ч. 27 ноября Туман. Период предупреждения с 04 ч. 27 ноября до 12 ч. 27 ноября Местами туман Гололедно - изморозевое отложение. Период предупреждения с 04 ч. 27 ноября до 12 ч. 27 ноября Местами гололедно-изморозевые отложения. Гололедно - изморозевое отложение. Период предупреждения до 19 ч. 26 ноября Местами гололед, на дорогах гололедница. С 19 ч. 26 ноября до 23 ч. 26 ноября Оповещения о погоде не требуется
Волгоградская обл.	До 18 ч. 27 ноября Оповещения о погоде не требуется
Краснодарский край	Гололедно - изморозевое отложение. Период предупреждения с 18 ч. 26 ноября до 12 ч. 27 ноября Местами гололедно-изморозевые явления Туман. Период предупреждения с 18 ч. 26 ноября до 09 ч. 27 ноября

Форма представления шторм-предупреждений

Сегодня экстренная информация часто формируется как свободный неструктурированный текст.

Это затрудняет ее автоматизированную обработку и в определенной степени влияет на видимость НГМС в современном информационном поле.

Более широкое использование формата CAP поможет упростить автоматизированную обработку предупреждений и расширит возможности доведения и практического использования этой информации.

Вероятности в терминологии гидрометеорологических предупреждений

- Наставление по краткосрочным прогнозам погоды общего назначения, - РД 52.27.724 – 2019:

П. 5.16 В штормовых предупреждениях не разрешается применять формулировки, включающие слова «возможно», «вероятно», «маловероятно».

- CAP (Common Alerting Protocol) – международный стандарт ITU (International Telecommunication Union).

В базовой версии протокола предусмотрены лишь две вероятностные градации: «Вероятно» ($P > 50\%$) и «Возможно» ($P < 50\%$).

« Прогнозисты не всегда любят вероятности.
Конечные потребители ненавидят их ».

Вероятностный подход и принятие решений

Вероятностные прогнозы несут большой объем информации, анализ которой требует времени и квалификации.

Для квалифицированных пользователей вероятностные прогнозы - важная информация для поддержки принятия решений, но для части аудитории вероятностные прогнозы могут быть сложны для восприятия.

Но самое главное – вероятностная формулировка предупреждений трансформирует распределение ответственности при принятии погодозависимых решений.

Вместо заключения

Дальнейшее развитие систем раннего предупреждения о погодных рисках – «end-to-end» процесс

Необходимо улучшение всех звеньев цепочки подготовки предупреждений:

- от развития систем наблюдений, усвоения данных, и расчета модельных прогнозов

- до технологий интерпретации, интеграции, сжатия и эффективного представления данных, доведения («последняя миля» очень важна!) и использования этой информации

