

Методические вопросы повышения эффективности гидрометеорологического обеспечения авиаперевозок в арктическом регионе с использованием данных ДЗЗ



А.Н. Ефременко,
Д.М. Караваев*, Г.В. Коваленко**, Н.О. Мусеева**, В.В. Черный**

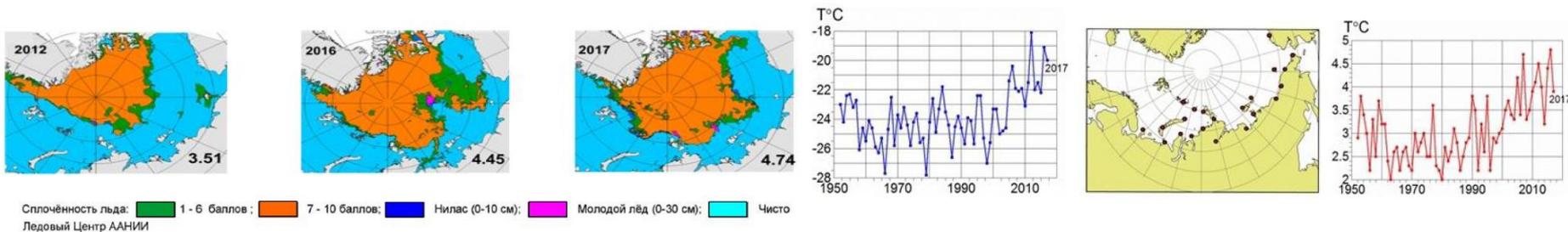
**ВКА имени А.Ф. Можайского, Санкт-Петербург
**Академия гражданской авиации, Санкт-Петербург*

Введение

Принятие в 2013 г. «Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 года» обусловлено необходимостью более эффективного использования и развития ресурсной базы российской Арктики. Освоение арктического региона невозможно без создания на территории северных прибрежных регионов России надежного транспортного сообщения, основным видом которого являются авиaperезовки. С 2001 г. развивается система кроссполярных трасс, связывающих континенты Северной Америки с континентом Юго-Восточной Азии и Тихоокеанским регионом. Решение задач не представляется без Метеорологического обеспечения современного уровня. Географическое расположение обуславливает специфический годовой и сезонный ход метеорологических элементов в Арктике, особые (опасные) условия для полетов авиации.

Климат Арктики меняется, рост температуры происходит быстрее, чем в других регионах, площадь ледяного покрова меняется (уменьшается). По данным ААНИИ (www.aari.ru) минимальная среднемесячная площадь морского льда в 2017 году, наблюдаемая в сентябре, составила 4.74 млн. кв. км.

ДОКЛАД ОБ ОСОБЕННОСТЯХ КЛИМАТА НА ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ЗА 2017 ГОД, 2018, Москва.69 с.



Для Арктики характерна высокая повторяемость низкой облачности, туманов, дымок, выпадения переохлаждённых осадков (в летний период); сильных ветров, явлений, ухудшающих видимость (снегопады, метели), низких температур и высокой влажности воздуха (в зимний период)...

Задачи работы: Поиск путей повышения эффективности авиaperезовок в арктическом регионе за счет улучшения метеорологического обеспечения

Безопасность и метеорологические условия

Задержки, отмена рейсов по метеоусловиям (Диксон)

Месяц и год	отмены	задержки	Количество опасных явлений							Итого ОЯ	
			Ухудшение видимости в осадках менее 2000 м (в т.ч. метели)	Ухудшение видимости в дымке, мгле менее 2000 м	Ухудшение видимости тумане	Ветер (с учетом эксплуатационных минимумов)	Низкая облачность (ниже 200 м)	Гроза	Другие ОЯ		
9.2015	1	0									
8.2015	2	0	7	9	20	2	38	0	8	84	
7.2015	7	3									
6.2015	7	6									
5.2015	2	0	5	6	17	17	31	0	1	77	
4.2015	1	0									
3.2015	0	0									
2.2015	2	0	18	6	0	15	5	0	18	62	
1.2015	5	0									
12.2014	3	0									
11.2014	5	0	13	0	1	21	14	0	18	67	
10.2014	3	0									
9.2014	1	0									
8.2014	1	1	4	9	12	6	35	0	8	74	
7.2014	0	1									
6.2014	0	2									
5.2014	1	1	12	4	9	12	25	0	11	73	
4.2014	2	0									
3.2014	0	0									
2.2014	0	0	19	9	4	6	22	0	43	103	
1.2014	0	0									



Метеорологическая экспертиза катастроф
Катастрофа вертолёта МИ-8 МТ в 14ч 00 мин (UTC) 30/03/2008г.
на вертодроме Баренцбург (Шпицберген) демонстрирует
особые условия полетов в Арктике и сложности метеорологического обеспечения.
 [\(airdisaster.ru/database.php?id=417 \)](http://airdisaster.ru/database.php?id=417)

Караваев Д.М., Кулешов Ю.В., Лебедев А.Б., Моисеева Н.О., Щукин Г.Г. Методические аспекты исследования арктических мезовихрей. 16 открытая конференция «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса», 12-16 ноября 2018, ИКИ РАН, Москва.

Актуальные задачи и направления исследований

Разработка методики комплексного учета климатической, фактической и прогностической метеорологической информации для оптимизации процедуры метеорологического обеспечения полетов гражданских воздушных судов в районах мало освещенных в метеорологическом отношении, и ее использование при долгосрочном и оперативном планировании полетов.

Построение новых алгоритмов принятия оптимальных решений, безопасных в метеорологическом отношении, при летной эксплуатации и оперативном управлении воздушными судами разных классов

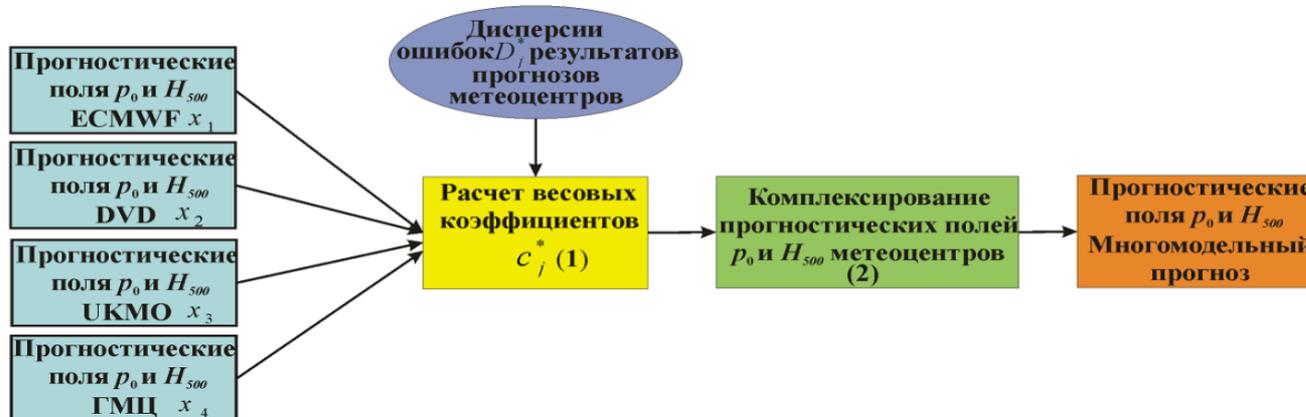
Развитие технологии применения в Гражданской авиации комплексного метода интерпретации результатов прогностических гидродинамических моделей атмосферы для формирования информации об опасных и сложных для полетов явлениях и условиях погоды.

Разработка метода прогнозирования опасных и сложных для полетов явлений и условий погоды с целью обеспечения безопасности и регулярности полетов и, как следствие, повышения экономической эффективности работы гражданской авиации

Разработка методики оценивания эффективности использования современных технологий гидродинамического прогнозирования и синоптико-статистической интерпретации его результатов, реализуемых с помощью высокопроизводительных вычислительных систем при решении задач метеорологического обеспечения полетов воздушных судов

Адаптивный метод среднесрочного многомодельного прогнозирования

СХЕМА КОМПЛЕКСИРОВАНИЯ ПРОГНОСТИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ МЕТЕОВЕЛИЧИН



ЛИНЕЙНАЯ ИНЕРЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНИВАНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ОЖИДАНИЙ ПРИ НЕРАВНОТОЧНЫХ РЕЗУЛЬТАТАХ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ

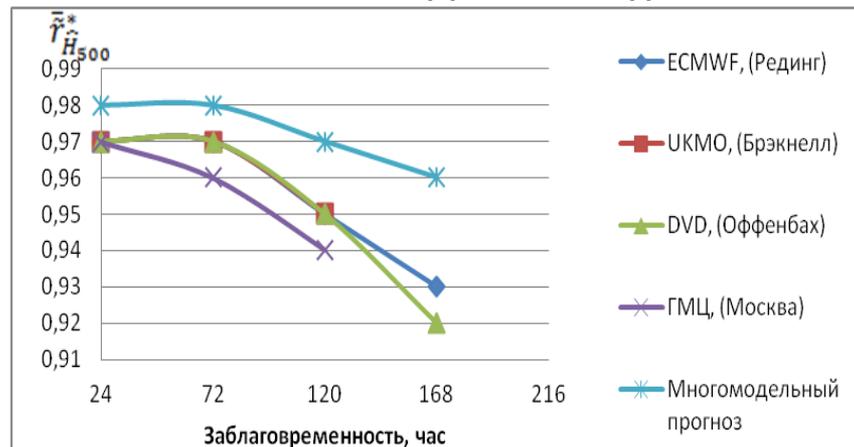
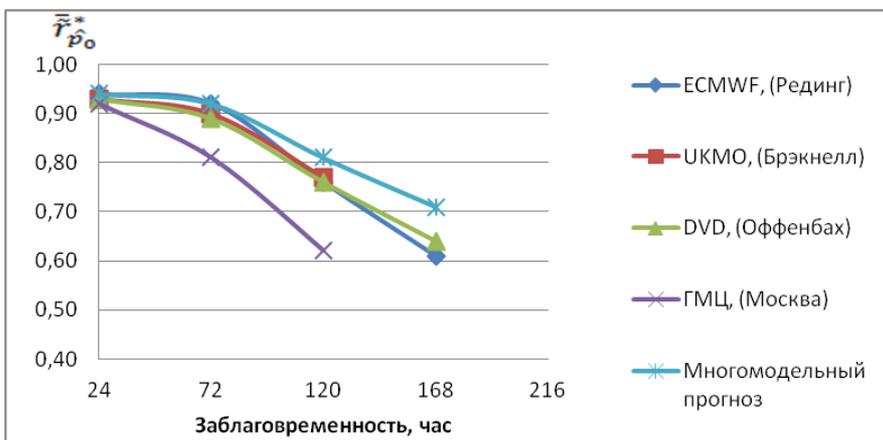
Оценка математического ожидания метеорологической величины в классе линейных функций:

$$\tilde{M}_x = \sum_{j=1}^n c_j^* x_j \quad (1)$$

Весовые коэффициенты:

$$c_j^* = d_j^* / \sum_{j=1}^n d_j^*, \quad d_j^* = \frac{1}{D_j^*}, \quad j = 1(1)n. \quad (2)$$

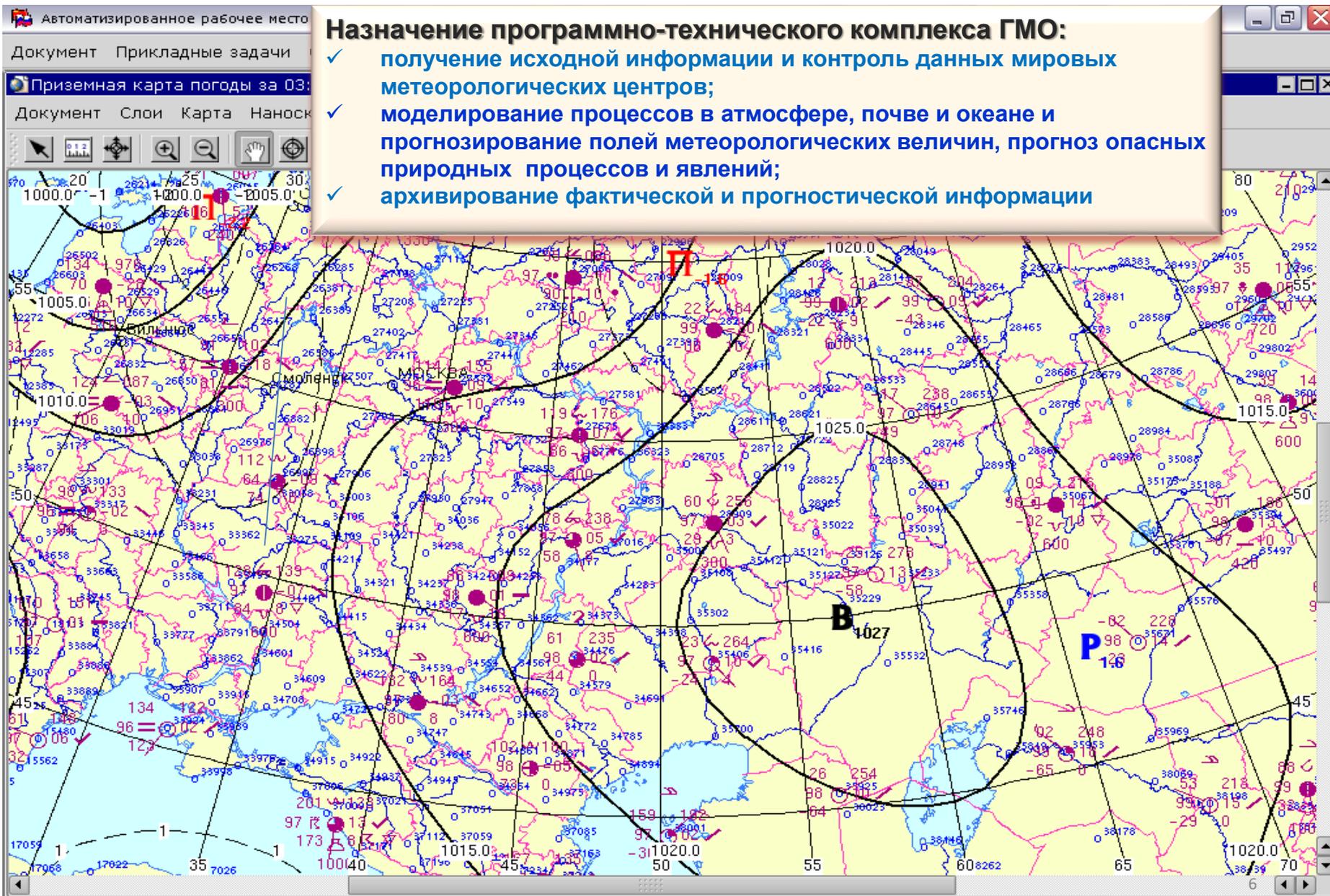
Осредненные значения оценок коэффициентов корреляции поля p_0 Осредненные значения оценок коэффициентов корреляции поля H_{500}



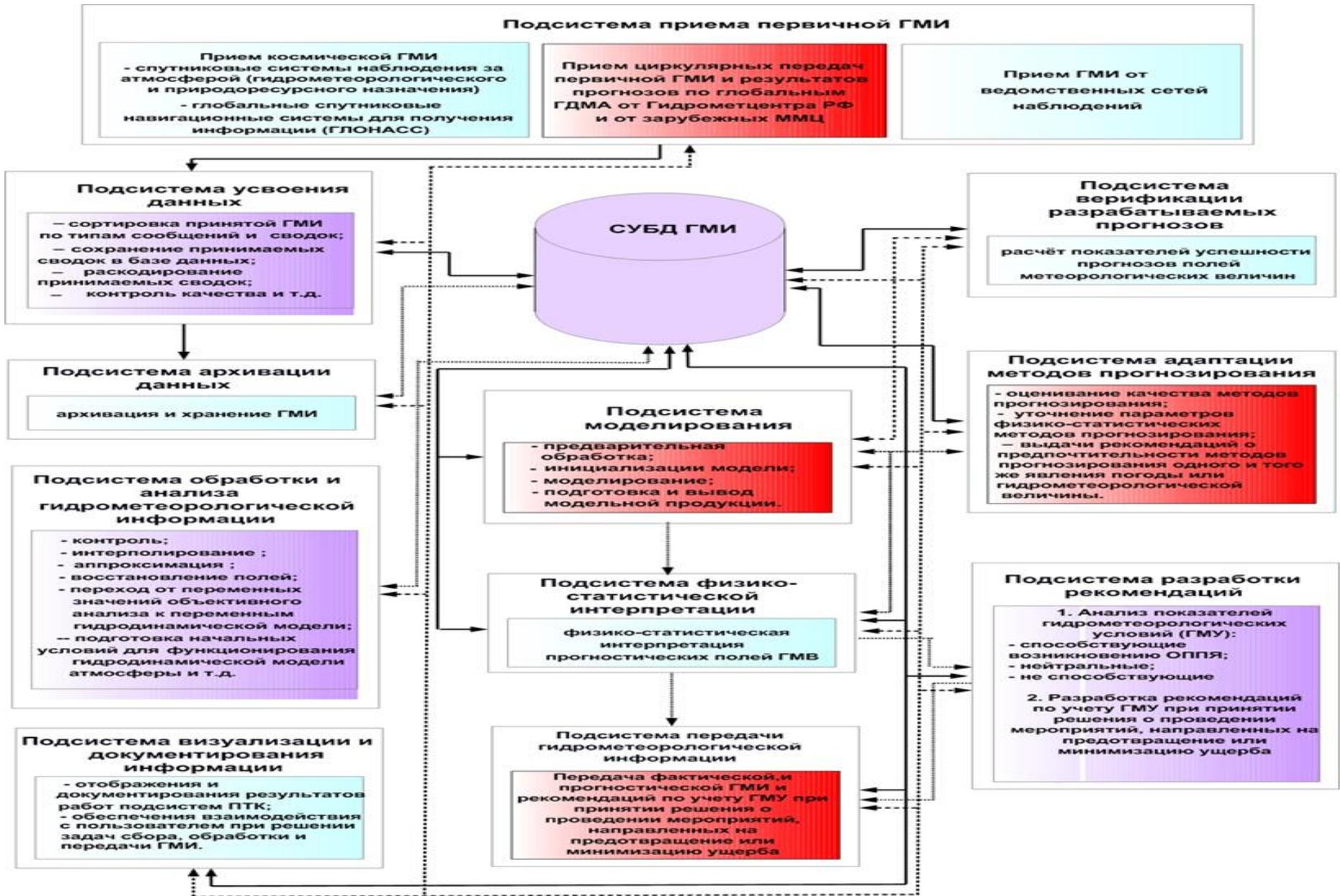
Комплекс гидрометеорологического обеспечения

Назначение программно-технического комплекса ГМО:

- ✓ получение исходной информации и контроль данных мировых метеорологических центров;
- ✓ моделирование процессов в атмосфере, почве и океане и прогнозирование полей метеорологических величин, прогноз опасных природных процессов и явлений;
- ✓ архивирование фактической и прогностической информации



Структура программно-технического комплекса ГМО

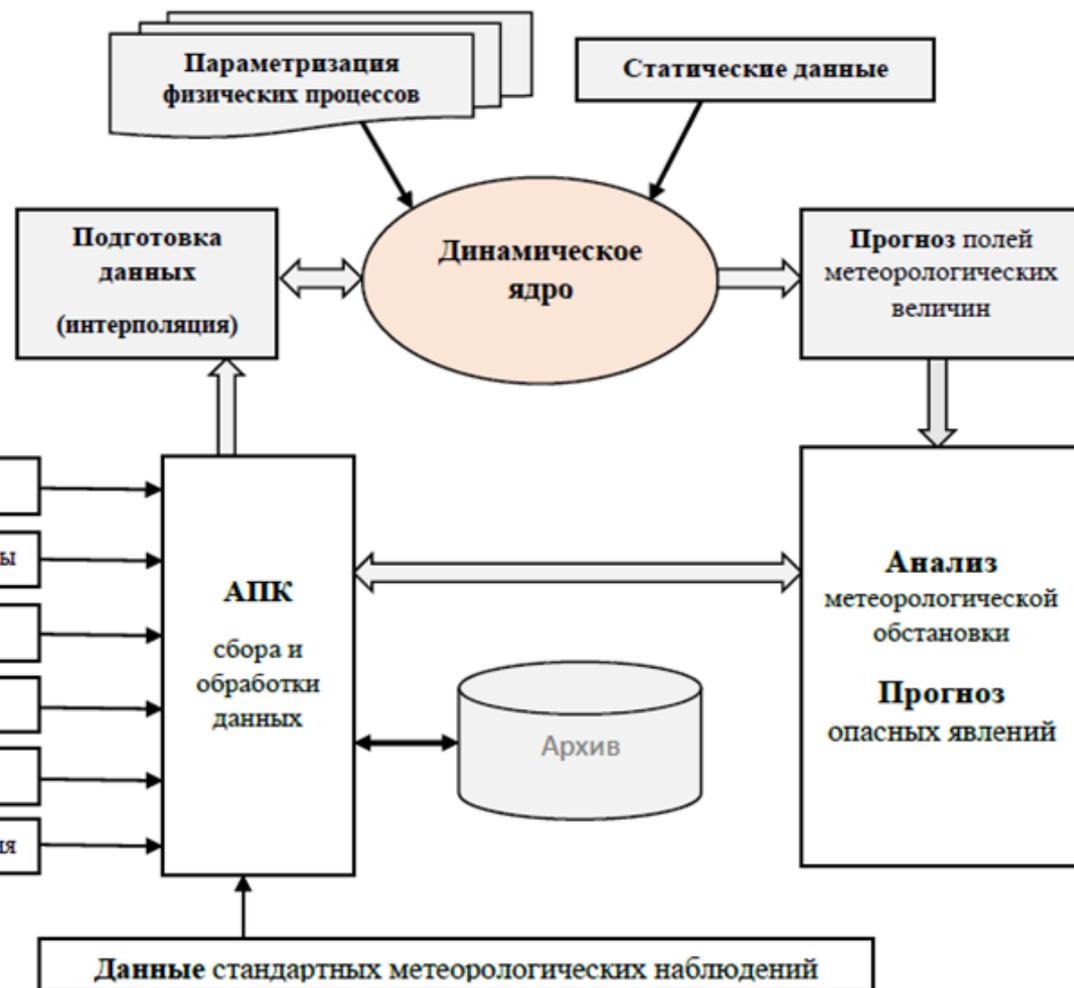


Перспективы развития технологии усвоения ГМИ



СРЕДСТВА
Геофизической
Обсерватории
ВКА имени А.Ф. Можайского

- Метеорологические станции
- Метеорологические радиолокаторы
- Аэрологическое зондирование
- Станция приема данных ИСЗ
- Зондирование ионосферы
- Атмосферно-электрические измерения



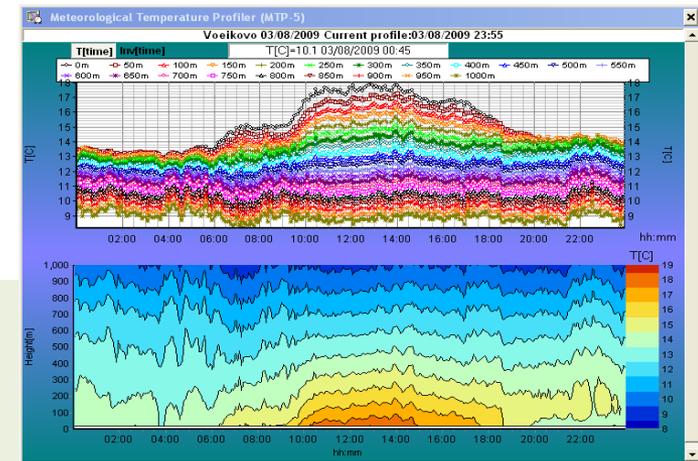
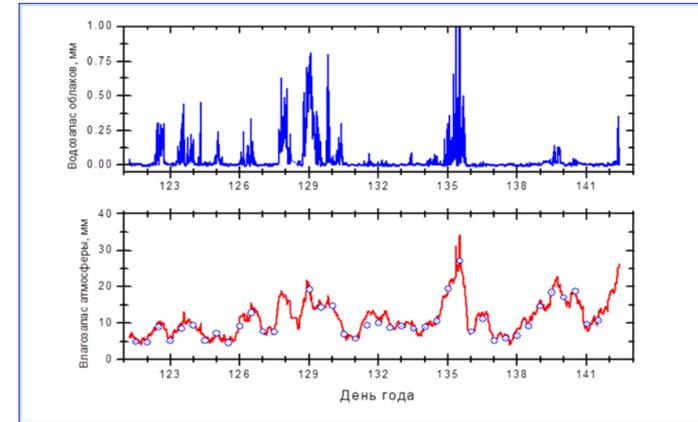
Структура аппаратно-программного комплекса использования данных для прогноза ОЯП

Вельтицев Н.Ф., Жупанов В.Д. Численные прогнозы погоды по негидростатическим моделям общего пользования WRF-ARW и WRF-NMM. Современные системы мезомасштабного прогноза погоды: состояние и перспективы: 80 лет Гидрометцентра России.-М.: Триада ЛТД, 2010.- 456 с. <http://www.wrf-model.org>

А.Н. Ефременко, Ю.Е. Бунина, Д.М. Караваев, Н.О. Моисеева, В.В. Черный. Методические вопросы развития технологии гидродинамического прогнозирования на основе использования данных дистанционного зондирования. VIII Арmandовские чтения. Муром, 26-28 июня 2018г. МИ ВлГУ, 2018, с.323-326.

И.А. Готюр, Д.А. Денисенков, В.Ю. Жуков, Д.М. Караваев, Е.А. Коровин, Ю.В. Кулешов, С.В. Чернышев, Г.Г. Щукин. Состояние и перспективы создания Геофизической обсерватории ВКА имени А.Ф. Можайского. Труды ВКА. 2018, вып. 662, с.184-187.

Средства аэрологического зондирования атмосферы



Микроволновые радиометры температурного и влажностного зондирования атмосферы:

- МР3000А (Radiometrics corp., США),
- НАПРО (Radiometer-Physics, Германия),
- Микрорадком, МТП (ЦАО, НИРФИ, АТТЕХ, Россия),
- Радиометр влажностного зондирования (СКБ ИРЭ РАН, Москва, Россия)
- РВП (ИПА РАН, Санкт-Петербург, Россия)

Задачи наземных микроволновых радиометров:

- Определение влагозапаса атмосферы и водозапаса облаков
- Определение профилей температуры и влажности в тропосфере
- Определение профилей температуры пограничного слоя атмосферы

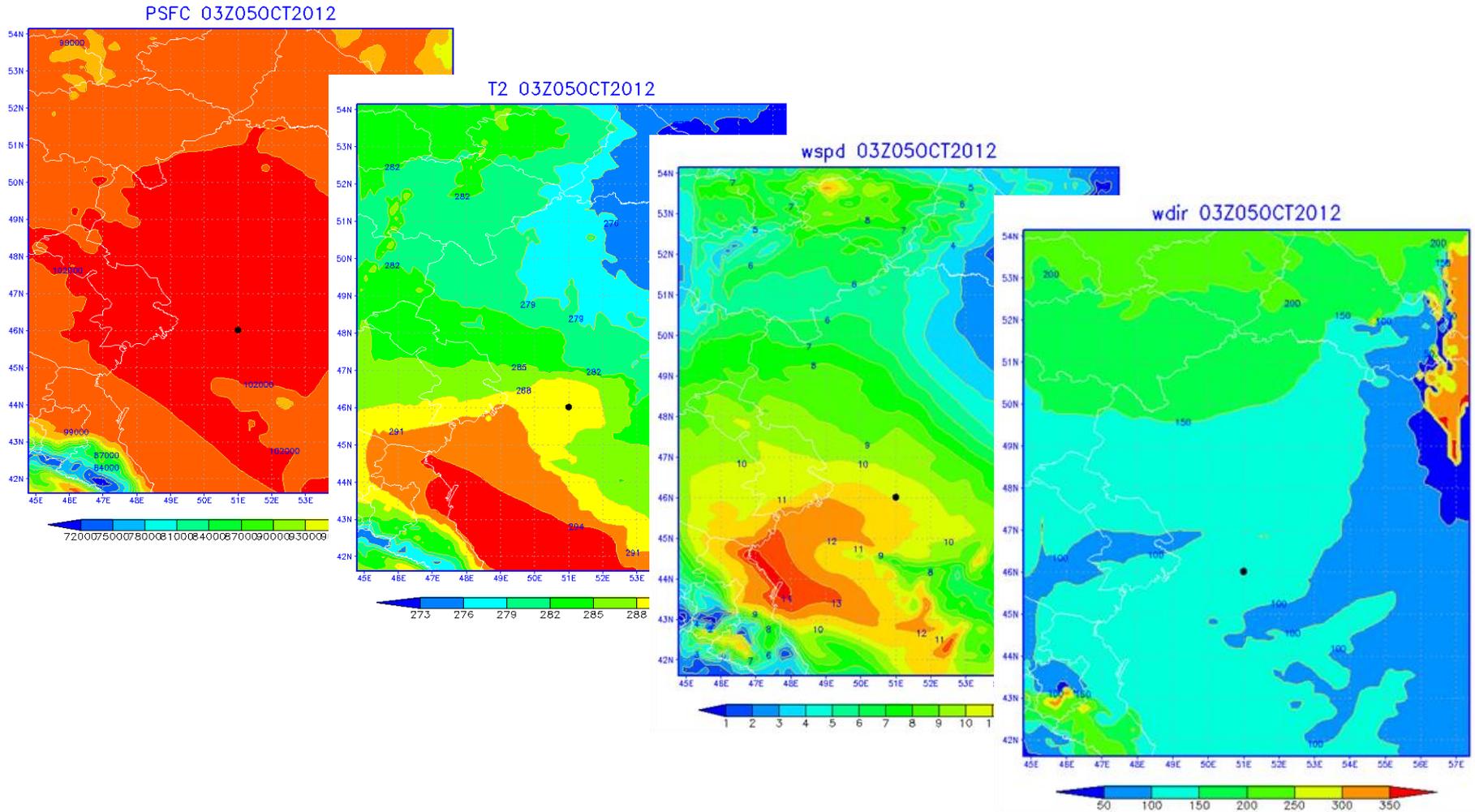


РВП ИПА РАН



МТП-5

Прогноз полей метеорологических величин



Прогностическое поля приземного давления и температуры, скорость и направления ветра (слева направо). Прогноз на 03 час 05.10.2012, Саратовская область

Перспективы информационного обеспечения прогнозов

Спутниковый сегмент

- **Полярно-орбитальные КА Метеор-1М №2-2** (запуск планируется в 2019г). Аппаратура включает МСУ-МР, ИКФС-2, МТВЗА-ГЯ – для зондирования облачности, температурного и влажностного зондирования атмосферы и др.;
- **ВО КА «Арктика- М»** (2020г.). Аппаратура МСУ-ГСМ для многоспектрального наблюдения облачности и поверхности.

Наземный сегмент

- **Метеорологические наблюдения.** Расширение современной сети стандартных автоматических измерений в Арктике, буи, судовые исследования, экспедиции (www.aari.ru).

- **Микроволновая радиометрия** (РВЗА 22ГГц/ 36ГГц (Тикси), актуален диапазон 183 ГГц,...)

P.Racette, Ed.R. Westwater, Y.Han et.al «Measurement of Low Amounts of Precipitable Water Vapor Using Ground-Based Millimeterwave Radiometry» Juornal of AOT, 2005, vol.22, p.317.

- **Метеорологическая радиолокация, сеть ДМРЛ-С, lemz.ru** (Диксон, Хатанга, Дудинка, Чокурдау, б.Проведения, Мурманск, Архангельск,), **метеорологический радар Контур-Метео-М1, kontur-niirs.ru** (может устанавливаться в малых аэропортах).

Для Арктики актуальны исследования и применение мноволновой радиолокации, включая мм-диапазон, для измерений характеристик микроструктуры облаков и осадков.

Жуков В.Ю., Щукин Г.Г. Современные проблемы метеорологической радиолокации // Радиотехника и электроника. 2016, Т. 61, № 10, -С. 927–939

Девяткин А.М., Денисенков Д.А., Жуков В.Ю., Кулешов Ю.В., Чернышев С.В., Щукин Г.Г. Восстановление поля скорости воздушных потоков в метеорологической радиолокации // Метеорология и гидрология, 2018, №1, -С.107-115.

Щукин Г.Г. Перспективные направления радиолокационных наблюдений за атмосферой. Муром, 2010.

Zhukov V .Y., Shchukin G.G. The State and prospects of the network of Doppler Radars // Russian Meteorology and Hydrology, 2014, Vol. 39, No. 2, pp. 126 – 131.

Заключение

С освоением Арктики возрастает интенсивность авиаперевозок. Сложные и особые условия погоды Арктики, увеличение их повторяемости, связанное с изменением климата, предъявляют повышенные требования к метеорологическому обеспечению полетов в регионе

- Анализ современного уровня организации метеорологического обеспечения (МО) показал необходимость его совершенствования. С целью повышения безопасности и экономической эффективности авиационных перевозок актуально развитие и внедрение в практику новых технологий краткосрочного, среднесрочного, сверхкраткосрочного прогнозирования метеорологических условий в районах аэропортов (маршрутов) на основе использования современных и перспективных средств получения метеорологической информации, в том числе и средств дистанционного зондирования
- Получение фактических данных о ветре в приземном слое атмосферы для диагностики мезомасштабных процессов и других, связанных с ветром особо опасных явлений, представляет актуальное направление совершенствования МО
- Перспективы совершенствования МО связаны с развитием сети метеорологических наблюдений, с использованием спутниковых, наземных средств ДЗА, созданием современных автоматических комплексов сбора и усвоения разнородных данных наблюдений в моделях для формирования оперативной прогностической метеорологической информации

БЛАГОДАРИЮ ЗА ВНИМАНИЕ

