

ИССЛЕДОВАНИЯ И НАБЛЮДЕНИЯ В ОБЛАСТИ АВИАЦИОННОЙ МЕТЕОРОЛОГИИ

Метеорологическое обеспечение авиации в значительной степени отличается от других повседневных задач, решаемых Гидрометслужбой России, поскольку авиация является наиболее зависимым от погоды видом транспорта.

Наблюдательные системы, обслуживающие авиацию, должны быть оснащены специальным оборудованием, для составления прогнозов необходима разработка специальных методов и технологий, передача информации должна соответствовать жестким процедурам, как национальным, так и международным.

В связи с этим история развития авиационной метеорологии в рамках Гидрометслужбы России неразрывно связана, с одной стороны, с развитием метеорологии и Гидрометслужбы в целом, а с другой — с развитием гражданской авиации и самолетостроением. К наиболее важным достижениям Гидрометслужбы в метеорологии за послевоенный период, способствующим повышению качества и эффективности метеорологического обеспечения авиации, можно отнести:

- быстрое развитие сети аэрологических и синоптических наблюдений (1945—1960 гг.);

- построение теории гидродинамического краткосрочного прогноза метеорологических полей и создание первых численных схем прогноза (1950—1960 гг.);

- начало внедрения в оперативную практику численных методов прогноза погоды с использованием быстродействующих ЭВМ (1962—1972 гг.);

- начало использования данных с метеорологических спутников Земли в анализе и прогнозе погоды (1961—1970 гг.);

- создание сети радиолокационных наблюдений;

- разработку глобальных гидродинамических моделей общей циркуляции атмосферы и создание уникальных технологий прогнозирования погоды до 5—7 суток на базе сверхмощных ЭВМ.

В свою очередь, в развитии авиации наиболее важными этапами, способствующими резкому увеличению требований к метеорологическому обеспечению, являются следующие:

— начало регулярных полетов на трассах гражданской авиации реактивных и турбовинтовых самолетов (первый полет Ту-104 состоялся 15 сентября 1956 г. из Москвы в Иркутск; английские и американские реактивные самолеты начали регулярные рейсы лишь в 1958 г.);

— широкое использование на местных воздушных линиях вертолетов и легкомоторных самолетов (первый полет вертолета Ми-1 состоялся в октябре 1948 г.);

— испытательные и рейсовые полеты сверхзвукового транспортно-го самолета Ту-144 (первый испытательный полет совершен в 1975 г., первый пассажирский рейс Москва — Алма-Ата — в 1977 г.);

— выход на авиалинии воздушных судов с большой дальностью полета (Ил-62, 1965 г., Ту-154 и широкофюзеляжных самолетов-аэробусов Ил-86).

Опыт по метеорологическому обеспечению авиации, накопленный за период Великой Отечественной войны, позволил сравнительно быстро перестроить работу метеорологических подразделений на мирный лад.

Количество авиационных метеорологических станций (АМСГ) к 1950 г. увеличилось в 2 раза, а по сравнению с довоенным уровнем — в 6 раз. В ноябре 1945 г. Центральное авиационное метеорологическое бюро в Москве (ЦАМБ) было преобразовано в службу Московского аэропорта Внуково и объединено с существовавшей там АМСГ.

10 февраля 1947 г. филиал Центрального института прогнозов (ЦИП) при Главном управлении гражданского воздушного флота был реорганизован в авиационное отделение отдела краткосрочных прогнозов. 1 ноября 1948 г. это отделение выделено в самостоятельный отдел ЦИПа.

В задачу нового отдела входила разработка методов авиационных прогнозов погоды и новых форм метеорологического обеспечения гражданской авиации. Создание отдела именно в этот период было вызвано также потребностью в объединении и координации научной и методической работы в области прогнозов погоды для авиации.

В 1949—1954 гг. в отделе были выполнены исследования, направленные на разработку методов прогноза низких облаков

(Е. И. Гоголева), обледенения самолетов (И. Г. Пчелко) и верхней границы фронтальных слоистообразных облаков (К. Г. Абрамович).

Большой вклад в разработку физико-метеорологических основ процесса обледенения самолетов в облаках различных форм был сделан в эти годы сотрудниками Центральной аэрологической обсерватории (ЦАО) А. М. Боровиковым, И. П. Мазиным, А. Х. Хргианом, В. Е. Минервиным. В ЦАО был выполнен также цикл экспериментальных и теоретических исследований конденсационных следов за самолетами (И. П. Мазин, А. Х. Хргиан). В 1953—1954 гг. Центральным институтом прогнозов было выпущено „Руководство по краткосрочным прогнозам погоды”. Во второй части этого Руководства были обобщены методики прогнозирования важных для авиации метеорологических величин и явлений. В частности, главы, посвященные прогнозу температуры, ветра, шквала, метелей и тумана, были написаны Н. В. Петренко, прогнозу видимости и обледенения самолетов — И. Г. Пчелко, прогнозу гололеда — К. Г. Абрамович и прогнозу болтанки самолетов — В. П. Гуровым.

В течение 1955—1957 гг. в ЦИПе, Главной геофизической обсерватории (ГГО), ЦАО, региональных научно-исследовательских институтах и обсерваториях, в ряде бюро погоды и АМСГ были выполнены работы по изучению низкой облачности, ухудшения видимости, обледенения самолетов, ливней и гроз, а также струйных течений.

Исследования проводились по согласованным планам и программам, включающим в себя работы теоретического характера, а также обработку данных различного вида аэрологических и метеорологических наблюдений. Общее руководство всеми работами осуществлял ЦИП в лице ответственных исполнителей тем: К. Г. Абрамович — по низкой облачности, Н. В. Петренко — по видимости, И. Г. Пчелко — по обледенению самолетов, Н. В. Лебедевой — по ливням и грозам и Х. П. Погосяна — по струйным течениям.

Быстрыми темпами осуществлялось совершенствование наблюдательной сети, систем сбора и передачи информации. Прошли испытания и были внедрены в практику новые приборы: АРМЭ-1 и ДМС, М-37, РНГО, ИВО „Облако”.

Стали открываться проводные каналы связи АМСГ с центральными телеграфами.

Так, в 1956 г. ЦАМСГ (Внуково) получила проводные каналы связи с Центральным телеграфом Москвы, что значительно повысило качество синоптических и кольцевых карт погоды и карт барической топографии. К концу 1950-х годов АМСГ получили возможность принимать аэросиноптический материал по факсимильным каналам связи. К этому времени относится зарождение системы прямых авиационных связей (СПАС) для приема и передачи фактической погоды и прогнозов погоды аэропортов. Первым в СПАС был канал Внуково—Курск.

В связи с возрастанием роли ЦАМСГ в вопросах оперативного обеспечения авиации и научно-методических разработок в 1959 г. она была реорганизована в Московский главный авиаметеорологический центр (МГАМЦ) „Внуково“. В 1980 г. МГАМЦ был переименован в Главный авиаметеорологический центр (ГАМЦ).

Для метеорологического обеспечения полетов реактивных и турбовинтовых самолетов требовались знание условий и составление прогнозов метеорологических величин и явлений в слое 9—11 км. Для решения этой задачи Гидрометслужбой были организованы комплексные исследования с участием ведущих научно-исследовательских учреждений и специалистов.

В 1959—1960 гг. ЦИП, ЦАО, ГГО, Среднеазиатский, Казахский, Тбилисский и Дальневосточный научно-исследовательские гидрометеорологические институты и ряд других учреждений Гидрометслужбы провели теоретические, экспериментальные и аэросиноптические исследования турбулентности и условий полетов в зонах мощной кучевой, кучево-дождевой и перистой облачности, а также в зонах тропопаузы и струйных течений. При этом были проведены экспериментальные экспедиционные исследования на специально оборудованных самолетах-лабораториях Государственного научно-исследовательского института Гражданской авиации (ГосНИИГА) Ту-104, Ил-18 и Ил-28. В этих исследованиях наряду с научными сотрудниками ЦИПа принимали участие ведущие ученые-метеорологи: В. А. Джорджио, М. А. Петросянц, Н. З. Пинус, Н. Н. Романов, С. М. Шметер и др.

К изучению метеоусловий полетов в районах аэропортов стали привлекаться авиаметеорологические центры (АМЦ), осо-

бенно ГАМЦ „Внуково”, а также зональные АМЦ (ЗАМЦ) и АМСГ.

В 1959—1965 гг. в ЦАО под руководством С. М. Шметера были выполнены исследования на самолете-лаборатории Ту-104Б структуры поля ветра и турбулентных пульсаций потока в зоне мощной конвективной облачности. Эти исследования позволили в значительной степени уточнить данные о расположении опасных для полетов турбулентных зон около различных частей кучево-дождевых облаков и тем самым подготовить рекомендации к проведению полетов в околооблачном пространстве в условиях развития мощной атмосферной конвекции.

Широкое использование легкомоторных самолетов и вертолетов на местных воздушных линиях выдвинуло задачу изучения метеорологических условий полетов на малых высотах, особенно над горной местностью. В 1961—1963 гг. в ГосНИИГА, ГГО, ЦАО и ЦИПе были проведены экспериментальные исследования турбулентности на горных трассах Крыма и Кавказа. Результаты этих исследований были обобщены в работах П. А. Воронцова, А. А. Васильева, Н. К. Винниченко, С. М. Шелковникова и др.

Практические результаты выполненных в эти годы исследований по авиационным прогнозам были включены в ряд методических пособий и вошли во второе издание „Руководства по краткосрочным прогнозам погоды” (ч. I — 1964 г., ч. II — 1965 г.).

Расширение парка воздушных судов и увеличение дальности их полетов привели к принципиальным изменениям в методах метеорологического обеспечения авиации, к дальнейшей его централизации, а также к оснащению метеоподразделений новой электронной и радиолокационной аппаратурой, современными средствами связи. В 1961 г. в практику метеорологического обеспечения полетов были внедрены авиационные прогностические карты особых явлений погоды и поверхностей 300 и 400 гПа. В сочетании с введенным Центральным институтом прогнозов факсимильным способом передачи карт погоды новый вид метеорологического обеспечения полетов оказался весьма эффективным.

Прогностические карты для авиации составлялись МГАМЦ „Внуково” 4 раза в сутки на основе прогностических карт Гидрометцентра России и передавались Главным радиометцентром (ГРМЦ) для территории европейской части страны и Западной

Сибири. В 1965 г. МГАМЦ начал составлять прогностические карты для обеспечения полетов на местных воздушных линиях. Быстрыми темпами развивалась СПАС. Так, в 1960 г. были организованы телеграфные каналы авиационного обмена МГАМЦ „Внуково” с Ленинградом, Борисполем, Горьким, Ростовом, Львовом и др.

Совершенствовалась организация метеорологических наблюдений, которые постепенно были перенесены на старты и на подходы к взлетно-посадочным полосам. Наблюдения за основными „авиационными” элементами погоды стали почти полностью инструментальными. Высота облаков стала измеряться прибором „Облако”, видимость — РДВ-1 „Фиорд”. Наблюдения за ветром также стали производиться по новым приборам: М-47, М-49, М-63.

На некоторых аэродромах устанавливались специальные метеорологические радиолокаторы (МРЛ), весьма эффективно используемые для обнаружения кучево-дождевой облачности, очагов ливней и гроз, измерения верхней границы облаков и других параметров. Данные МРЛ стали применяться при метеорологическом обслуживании экипажей воздушных судов, органов управления воздушным движением, для составления прогнозов погоды.

Период с 1965 по 1975 г. характеризуется как расширением научных и экспериментальных исследований по авиационной метеорологии, так и широкой кооперацией учреждений Гидрометслужбы с учреждениями других ведомств (ГосНИИГА, Академией гражданской авиации, Ленинградским гидрометеорологическим институтом и др.). Большой вклад в развитие различных направлений авиационной метеорологии в это время внесли И. Г. Пчелко, Н. В. Петренко, А. М. Баранов, С. В. Соловьев, Н. З. Пинус, С. М. Шметер, И. М. Имянитов, Е. Г. Ломоносов, П. Д. Астапенко, И. Г. Гутерман и многие другие ученые и специалисты. О широте диапазона научных исследований и сотрудничестве в их проведении в этот период свидетельствует организация ряда ведомственных и межведомственных научных конференций. В связи с созданием сверхзвукового пассажирского самолета Ту-144 в 1971 г. в Ленинграде была проведена Всесоюзная научная конференция по вопросам метеорологического обеспечения сверхзвуковой авиации. Академик А. Н. Туполев в

обращении к участникам конференции подчеркнул важность надежного прогнозирования метеорологических условий в интересах авиации. Кроме ученых-метеорологов, с докладами на конференции выступили Герои Советского Союза летчик-космонавт Е. В. Хрунов и заслуженный летчик-испытатель Э. В. Елян, впервые в мире совершивший полет на сверхзвуковом пассажирском самолете Ту-144.

В этот же период осуществляется подготовка и издание авиационных климатических справочников и атласов, разработка методов сбора, обработки и обобщения метеорологических наблюдений на аэродромах и составление климатических характеристик аэропортов. Большой вклад в эти работы внесли И. Г. Гутерман, З. М. Маховер, Г. Я. Наровлянский.

Появление в Росгидромете электронных вычислительных машин и оперативное поступление информации с метеорологических спутников Земли позволили провести исследования по обеспечению авиации новыми прогнозами. Стали более широко использоваться методы математической статистики. При этом исследования проводились по двум основным направлениям: разработка методов прогнозов метеорологических величин и явлений погоды по аэродрому и разработка методов прогноза погоды по маршруту.

В ходе исследований по первому направлению были созданы и усовершенствованы методы прогноза высоты облаков 300 м и менее при квазистационарных синоптических условиях (К. Г. Абрамович, М. В. Рубинштейн), тумана и видимости (Н. В. Петренко, М. Я. Рацимор), ветра на высоте круга над аэродромом (Н. В. Петренко, В. Г. Глазунов), шквалов, гроз и града (Г. Д. Решетов).

Исследования метеорологических условий полетов по маршруту были направлены на создание объективных методов прогноза струйных течений, зон турбулентности при ясном небе и обледенения самолетов. В результате был разработан метод предвычисления высоты и скорости максимального ветра с помощью аналитических формул по численному прогнозу скорости ветра на двух стандартных изобарических поверхностях и геопотенциала этих поверхностей в узлах регулярной сетки (Н. В. Петренко). Для получения надежных данных о турбулентности Гидрометцентр СССР трижды организовывал массовый сбор сведений

о болтанке над территорией СССР от пилотов рейсовых самолетов. Первый сбор данных о турбулентности проводился в 1964—1965 гг. в глобальном масштабе в соответствии с рекомендациями Всемирной метеорологической организации (ВМО) и Международной организации гражданской авиации (ИКАО).

По результатам самолетных исследований структуры зон болтанки, выполненных под руководством ЦАО (С. М. Шмелер, Н. З. Пинус), и данным пилотов рейсовых самолетов было определено пространственное распределение вероятности турбулентности в верхней тропосфере, оценены критерии развития зон болтанки и другие характеристики. Это, в свою очередь, позволило перейти к разработке методов автоматизированного прогноза вероятности турбулентности в верхней тропосфере (А. А. Васильев, С. А. Бортников, Г. С. Булдовский, М. В. Рубинштейн, Н. П. Шакина, Т. В. Лешкевич).

Принципы использования информации с метеорологических спутников Земли для обнаружения зон низких слоистых облаков и тумана, определения положения оси струйного течения, а также для анализа зон турбулентности были изложены в специально подготовленном пособии для синоптиков метеорологических подразделений, обслуживающих авиацию. Материалы из этого пособия включены также в техническую записку ВМО по вопросу применения спутниковых данных в авиационной метеорологии.

Наряду с разработкой прогностических методик и рекомендаций в Гидрометцентре СССР был выполнен ряд интересных работ по различным проблемам авиационной метеорологии и другим проблемам, имеющим непосредственное к ней отношение. К ним следует отнести исследования метеорологических условий полетов по трассе Ташкент—Дели (Б. С. Чучкалов), условий полетов сверхзвуковых транспортных самолетов (И. Г. Пчелко, Н. В. Петренко, Г. С. Булдовский), метеорологических условий полетов над Антарктидой (А. А. Васильев), а также работы по изучению сдвигов ветра, опасных для взлета и посадки воздушных судов (В. Г. Глазунов, А. А. Васильев).

В 1970—1975 гг. под руководством З. М. Маховера во ВНИИГМИ—МЦД было подготовлено многотомное издание авиационно-климатического атласа, в которое вошли подробные климатические сведения для территории СССР о высоте облаков, ви-

димости и опасных для авиации явлениях погоды, ветре у поверхности Земли и на высотах, о тропопаузе.

Позднее были подготовлены справочники и атласы, содержащие подробные сведения по месяцам и за год о распределении облаков, видимости и опасных явлений погоды (туман, гроза, метель и т. п.) для всего земного шара. В процессе этой работы были собраны, обработаны на ЭВМ и обобщены данные климатических наблюдений более 800 зарубежных и 220 советских метеорологических станций и выявлены закономерности годового, сезонного, суточного хода метеорологических величин.

Для эффективного использования климатического материала в оперативной работе были подготовлены соответствующие рекомендации и изданы методические письма.

При выполнении на АМСГ исследовательских работ в области авиационной климатологии, при подготовке климатических описаний аэродромов или трасс полета специалисты оперативных подразделений получали в Гидрометцентре СССР необходимые консультации и методическую помощь.

С 1979 г. в работе оперативных подразделений, обслуживающих авиацию, стали использоваться комплексные карты опасных явлений погоды, которые составлялись с помощью ЭВМ и передавались потребителям (А. А. Васильев, Ю. К. Федоров). На карту для каждой ячейки с шагом 60 км наносились наиболее неблагоприятные характеристики погоды на основании анализа данных МРЛ, получаемых в коде РАДОБ, и синоптических данных, получаемых в коде СИНОП. В частности, была предусмотрена наноска опасных для авиации явлений в срок наблюдения, явлений, отмечаемых метеостанциями между сроками наблюдений, формы и высоты конвективных облаков, видимости менее 2 км, высоты нижней границы облаков, если она не превышает 200 м, ветра скоростью более 11 м/с. По данным МРЛ наносились характеристики радиоэха, изменение отражаемости и др. Использование комплексных карт в оперативной работе показало, что они особенно полезны при составлении предупреждений о времени начала и интенсивности опасного явления. Кроме того, карты дают возможность получать более полную информацию и о зонах активной конвекции и других опасных для авиации явлениях погоды.

Важным этапом оперативного метеорологического обеспечения авиации было создание в 1982 г. в соответствии с обязательствами СССР Регионального центра зональных прогнозов (РЦЗП) Международной организации гражданской авиации. Функции этого центра стала выполнять вновь организованная лаборатория в отделе авиационной метеорологии Гидрометцентра СССР. Большую работу по организации лаборатории, освоению оперативного выпуска прогнозов условий полетов воздушных судов в верхней тропосфере проделал ее первый заведующий С. Ф. Чуприн. В 1986 г. лабораторию возглавил А. А. Ляхов.

На первом этапе РЦЗП выпускал прогностические карты особых явлений погоды (зон турбулентности при ясном небе (ТЯН), струйных течений (СТ), активной конвекции, высоты и температуры тропопаузы) для слоя 400—150 гПа и карты ветра и температуры на изобарических поверхностях 300 и 200 гПа. Прогнозы выпускались на сроки 0, 6, 12 и 18 ч среднего гринвичского времени (СГВ) и давались с заблаговременностью 24 и 30 ч по исходным срокам наблюдений 0 и 12 ч СГВ. Карты составлялись в масштабе 1:30 млн. км и охватывали территорию России, Европы, Северной Африки, Ближнего, Среднего, Дальнего Востока и ряда стран Юго-Восточной Азии.

Указанная прогностическая продукция распространялась по проводным и радиофаксимильным каналам связи в авиаметеорологические центры России, а также в страны, входящие в сферу ответственности РЦЗП, и другие региональные центры зональных прогнозов ИКАО.

В 1986 г. в оперативную практику Гидрометцентра была внедрена 10-уровневая неадиабатическая модель прогноза (автор Л. В. Беркович). Появление этой модели позволило перейти к автоматизированному выпуску прогноза ветра и температуры, увеличить число уровней прогноза этих величин до трех (300, 250 и 200 гПа) и внедрить применение критериев ИКАО к оценке точности прогноза.

В 1985 г. впервые вышло в свет „Руководство по прогнозированию метеорологических условий для авиации“, подготовленное специалистами Гидрометцентра СССР. В нем были обобщены не только методики прогноза наиболее важных для авиации метеорологических величин и явлений погоды, но и результаты исследований, касающиеся физических условий их развития.

В то же время большое внимание при проведении научных исследований стало уделяться разработке автоматизированных методов прогноза важных для авиации метеорологических величин и явлений погоды. Первым был разработан метод автоматизированного прогноза турбулентности. В 1986—1987 гг. был разработан и внедрен в практику метод автоматизированного расчета карт струйных течений (А. Р. Иванова, Н. П. Шакина). Одновременно была разработана методика расчета высоты и температуры тропопаузы (В. В. Борисова, Н. П. Шакина).

Имеет свою историю и проблема автоматизированного прогноза конвекции на основе выходных данных численных моделей. Первые варианты таких разработок, ориентированные на региональную модель Гидрометцентра СССР, были выполнены в 1976—1978 гг. А. А. Ляховым и Н. П. Шакиной. Они не нашли применения по ряду технических причин, в частности, из-за того, что область прогноза была меньше зоны ответственности Регионального центра зональных прогнозов.

С появлением оперативной полусферной неадиабатической модели аналогичная разработка на ее основе была произведена в 1986—1987 гг. Е. Н. Скриптуновой и Н. П. Шакиной. Развивались и совершенствовались также синоптические и синоптико-статистические методы. Были разработаны методики прогноза гроз, града и шквалов с заблаговременностью от нескольких часов до нескольких суток (Г. Д. Решетов).

Под руководством М. В. Рубинштейна велись исследования по разработке автоматизированного метода прогноза высоты нижней границы облаков (НГО) в вероятностной форме на 1—3 ч для аэродромов Подмоскovie. На основе объективной оценки типа синоптического процесса Н. Н. Гусевой была разработана методика автоматизированного прогноза высоты НГО на 1—3 и 6 ч для аэродромов Подмоскovie в холодное полугодие. В методе используются данные метеорологических наблюдений на аэродромах, метеорологической мачте в Обнинске и данные метеорологических станций, расположенных в радиусе 300—400 км от Москвы.

В связи со снижением минимумов при посадке воздушных судов на категорированных аэродромах большую актуальность приобрела задача определения наклонной дальности видимости (или высоты визуального контакта). Значительный вклад в ре-

шение этой задачи внес М. Я. Рацимор, разработавший на основе экспериментальных данных метод расчета наклонной дальности видимости при сплошной слоистой облачности, адвективном или фронтальном тумане.

Осуществлялось усовершенствование методов прогноза обледенения воздушных судов на основе исследований связи характеристик обледенения с параметрами атмосферы и облачности (И. А. Горлач).

Продолжались работы по изучению сдвигов ветра, опасных для взлета и посадки воздушных судов (В. Г. Глазунов). Были разработаны методические основы обеспечения авиации диагностической информацией о сдвигах ветра. На их основе впервые начато оперативное метеообеспечение авиации данными об опасных сдвигах ветра. В дальнейшем были получены количественные характеристики спектральной структуры сдвигов ветра, изучены условия возникновения больших сдвигов ветра, а также условия возникновения больших сдвигов при наличии приземных инверсий, струй нижних уровней и выявлены связи для диагноза и прогноза сдвига ветра. На этой основе сформулированы методические рекомендации по оценке сдвигов ветра в нижнем слое атмосферы в районе аэродрома.

В 1987—1989 гг. по решению Госкомгидромета были приняты активные меры по автоматизации информационного обеспечения ГАМЦ „Внуково”. В разработке и осуществлении проекта принимали участие специалисты Главного вычислительного центра, Главного радиометеорологического центра, Гидрометцентра СССР, ЦАО, ГГО и Всесоюзного научно-исследовательского института гидрометеорологической информации — Мирового центра данных (ВНИИГМИ—МЦД).

На первом этапе комплекс технических средств метеообеспечения включал:

- автоматизированные станции КРАМС-2;
- терминалы банка авиационных метеорологических данных АСПД „Погода” и ЭВМ СМ-1420 (АРД ЦИКЛОН);
- средства телекоммуникационного доступа к авиаметеорологическим данным оперативной информационной системы ЭВМ ЕС-1055;
- видеотерминальные средства доступа к спутниковой информации;

— дистанционный регистратор информации АКСОПРИ „Крылатское” (Москва);

— информационно-прогностический блок на базе ПЭВМ.

В дальнейшем под руководством специалистов ГГО были разработаны комплексные автоматизированные системы метеорологического обеспечения авиации (КАС МЕТЕО), представляющие собой автоматизированные измерительно-информационные системы, предназначенные для получения, сбора, обработки, анализа и хранения метеорологической информации по району аэродрома, району (трассам) полетов, запасным аэродромам, а также для выдачи соответствующей информации в вычислительные комплексы АС управления воздушным движением, на рабочие места специалистов АМСГ, в пункты консультации летного состава и обмена с внешними абонентами.

В последние годы основные исследования по разработке методов авиационных прогнозов были сосредоточены в Гидрометцентре России. В связи с новыми требованиями ИКАО к климатическим материалам возникла необходимость переработки справочников климатических характеристик аэродромов. Для проведения этой работы были разработаны соответствующие методические указания (З. М. Маховер), которые широко используются сетью АМСГ Росгидромета при переработке справочников.

Сотрудниками Гидрометцентра и ВНИИГМИ—МЦД разработана новая методология создания банка данных ежечасных метеорологических наблюдений на аэродроме на основе дневников погоды. Используются возможности персональных компьютеров. В виде таблиц и графиков представляются климатические характеристики величин и явлений на аэродромах. На основе этих разработок были подготовлены базы данных ежечасных метеорологических наблюдений за 1986—1995 гг. и составлены климатические характеристики аэродромов Московской воздушной зоны, Минеральные Воды и Ставрополь. При этом были учтены пожелания синоптиков и климатические характеристики дополнены рядом таблиц, способствующих более надежному прогнозированию условий погоды в аэропорту. Получены данные о влиянии скорости и направления ветра, температуры воздуха и дефицита точки росы на повторяемость условий погоды различной степени сложности, горизонтальной видимости и высоты нижней границы облаков, туманов, метелей, гололеда.

Разработана методика учета повторяемости ветров, при которых разрешается взлет и посадка самолетов на различных взлетно-посадочных полосах аэропортов Московской воздушной зоны (Внуково, Домодедово, Шереметьево). В 1998—1999 гг. эти материалы использовались для планирования взлета и посадки самолетов, составления расписаний полетов.

Отдел авиационной метеорологии Гидрометцентра России осуществлял также методическое руководство ведущимися на сети Росгидромета исследованиями по авиационной климатологии. Подготовлены методические рекомендации по использованию персональных компьютеров при обработке и обобщении метеорологических наблюдений в аэропортах, по определению изменений климатических условий аэродромов. Специалисты оперативных подразделений получают в отделе необходимые консультации и методическую помощь.

Работы по авиационной метеорологии в 1990-е годы развивались преимущественно в направлении разработки и усовершенствования методов прогноза метеорологических условий полета по маршруту. Другое важное направление — прогноз условий взлета и посадки — в этот период не получило заметного развития по сравнению с 1980-ми годами. Причинами этого стали, с одной стороны, появившиеся возможности разработки компьютеризированных методов расчета и построения карт опасных для авиации явлений на базе выходной продукции численных прогностических моделей. С другой стороны, существующие информационные ресурсы развития методов прогноза условий взлета и посадки были в основном исчерпаны в 1980-х годах; сокращение наблюдательной сети, отсутствие специальных измерений, медленный прогресс в создании аэродромных измерительных средств привели к тому, что даже появление персональных компьютеров в крупных аэропортах не обеспечило существенных сдвигов в данном направлении.

Последней по времени крупной разработкой для целей расчета карты опасных для авиации явлений является метод объективного выделения фронтальных зон на основе объективного анализа или численного прогноза полей геопотенциала, температуры, влажности и ветра в нижней половине тропосферы. Задача объективного анализа фронтов является чрезвычайно сложной по целому ряду причин. Прежде всего, отсутствует количествен-

ное определение фронта. Разногласия по этому поводу между практиками и различными группами исследователей затрудняют формулировку и решение задачи. Кроме того, свойства наблюдаемых фронтов (вертикальная мощность, контраст температуры, глубина барической ложбины, поворот ветра и др.) широко варьируют в зависимости от барической ситуации, характера воздушных масс и других с трудом поддающихся формализации факторов. Все эти особенности задачи чрезвычайно затрудняют ее решение, и поэтому разработанный метод объективного выделения зон фронтов является первым успешным решением, значение которого выходит за рамки чисто авиационных приложений.

За разработку комплекса охарактеризованных выше расчетных методов метеорологического обеспечения авиации коллектив сотрудников Гидрометцентра России (Н. П. Шакина, Е. Н. Скриптунова, А. Р. Иванова, В. В. Борисова) и авторы полусферной численной модели, на выходных данных которой производились расчеты (Л. В. Беркович, С. Л. Белоусов, Ю. В. Ткачева), удостоены в 1997 г. премии им. В. А. Бугаева.

В результате этих исследований по существу решена проблема автоматизации расчета элементов карты особых явлений для авиации на верхних уровнях. В настоящее время ведутся работы по внедрению всего комплекса методов на суперкомпьютере CRAY.

Перспективы дальнейших исследований связаны с автоматизацией расчета элементов карты особых явлений на нижних уровнях. Наиболее сложными задачами здесь являются прогноз турбулентности в нижней тропосфере и прогноз зон возможного обледенения воздушных судов.

Из экспериментальных исследований, выполненных в последнее время, следует отметить изучение условий полетов в экваториальной зоне с помощью высотного самолета-лаборатории М-55 ЦАО на высотах 22—23 км (Г. Н. Шур, С. М. Шметер, Н. К. Винниченко и др.).