

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УРОВНЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЕТОВ НА ОСНОВЕ СИНТЕЗА МЕТЕОИНФОРМАЦИИ

А. Л. Рыбалкина, А. С. Спирин

Безопасность полетов определяется как состояние, при котором риски, связанные с авиационной деятельностью, относящейся к эксплуатации воздушных судов или непосредственно обеспечивающей такую эксплуатацию, снижены до приемлемого уровня и контролируются [1]. Для того, чтобы определить, в каких направлениях необходимо проводить мероприятия по безопасности полетов, целесообразно проанализировать статистику авиационных происшествий в гражданской авиации (ГА) РФ. На рис. 1 показаны абсолютные показатели аварийности за десятилетний период. Из графика видно, что имеется тенденция к росту числа авиационных происшествий.

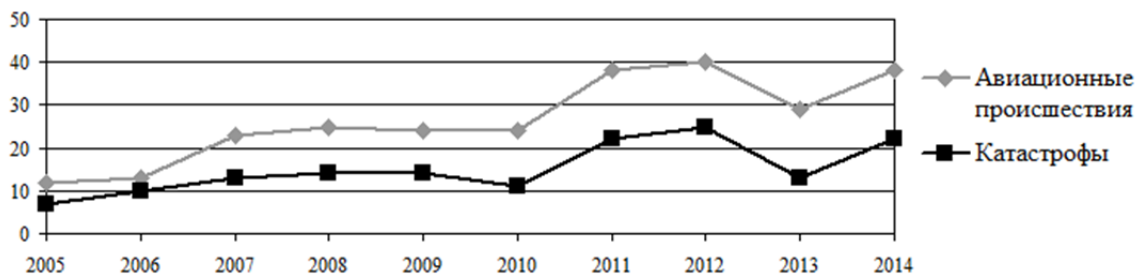


Рис. 1. Абсолютные показатели аварийности в РФ за 2005–2014 гг.

При этом относительный показатель аварийности (на 100 тыс. часов налета) для тяжелых транспортных воздушных судов (ТС) ГА имеет тенденцию к снижению [доклад МАК 2014 г.], хотя на вертолетах этот показатель повышается.

На безопасность полетов влияют следующие факторы:

- 1) человеческий фактор – люди в той обстановке, в которой они живут и трудятся, взаимодействуют с машинами, процедурами и окружающей обстановкой, а также между собой;
- 2) технический фактор – характеристики ТС и другой авиационной техники, средства навигации и управления воздушным движением;
- 3) неблагоприятные внешние условия (НВУ) – события или явления во внешней среде, которые создают угрозу безопасности полета. К ним относятся неблагоприятные метеорологические условия, скопление в воздухе птиц, наличие спутных следов от ранее пролетевших самолетов и т.д.

На рис. 2 представлены факторы, обусловившие авиационные происшествия за последние пять лет.



Рис. 2. Факторы, обусловившие авиационные происшествия за 2010–2014 гг.

Из диаграммы видно, что в качестве основного фактора, обусловившего авиационные происшествия, наибольшее количество (79 %) связано с человеческим фактором, 19 % связаны с отказами и неисправностями авиационной техники, 2 % – с НВУ.

Помимо основной причины, НВУ могут также выступать в качестве сопутствующего фактора, обусловившего авиационное происшествие. Количество происшествий, связанных с неблагоприятными внешними условиями, выступающими в качестве основного и сопутствующего фактора, приведены в табл. 1. Их доля в общем количестве авиационных происшествий остается примерно на одном уровне (в среднем 15,3 % за период с 2008 по 2014 гг.). Большинство авиационных происшествий, связанных с НВУ, в качестве основной или сопутствующей причины имеют человеческий фактор.

Таблица 1

Количество и доля авиационных происшествий, связанных с неблагоприятными внешними условиями

Год	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Авиационные происшествия	25	24	24	38	40	29	38
Авиационные происшествия, связанные с неблагоприятными внешними условиями	6	3	3	7	5	4	5
Доля авиационных происшествий, связанных с неблагоприятными внешними условиями	24	12,5	12,5	18,4	12,5	13,8	13,2

Распределение авиационных происшествий, связанных с неблагоприятными внешними условиями, по типам ВС за 2008–2014 гг. показано на рис. 3. Большинство авиационных происшествий, связанных с НВУ, приходится на вертолеты – 58 %, а на самолеты – 36 %. За рассмотренный период имели место по одному авиационному происшествию с дельталетом и аэростатом, которые были связаны с их попаданием в турбулентные потоки и порывистым ветром.

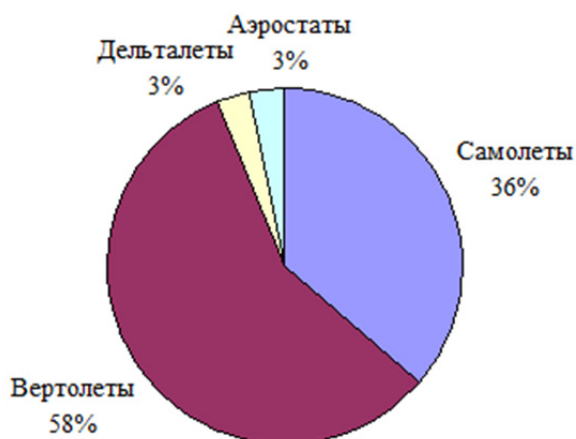


Рис. 3. Распределение авиационных происшествий, связанных с неблагоприятными внешними условиями, по типам ВС за 2008–2014 гг.

Распределение причин авиационных происшествий, связанных с неблагоприятными внешними условиями для самолетов за 2008–2014 гг., показано на рис. 4. Больше половины авиационных происшествий с самолетами были обусловлены нарушением метеоминимума или потерей пространственной ориентировки в условиях ограниченной видимости. В ряде случаев эти причины имели место совместно, когда при полете ниже установленного метеоминимума происходила потеря пространственной ориентировки в связи с явлениями, способствующими снижению видимости.

В случае с вертолетами (рис. 5) также большинство авиационных происшествий связано с условиями, к которым пилот не был подготовлен (79 %): нарушение метеоминимума, полет в условиях, не соответствующих правилам визуальных полетов (ПВП), потеря пространственной ориентировки в условиях ограниченной видимости [2].

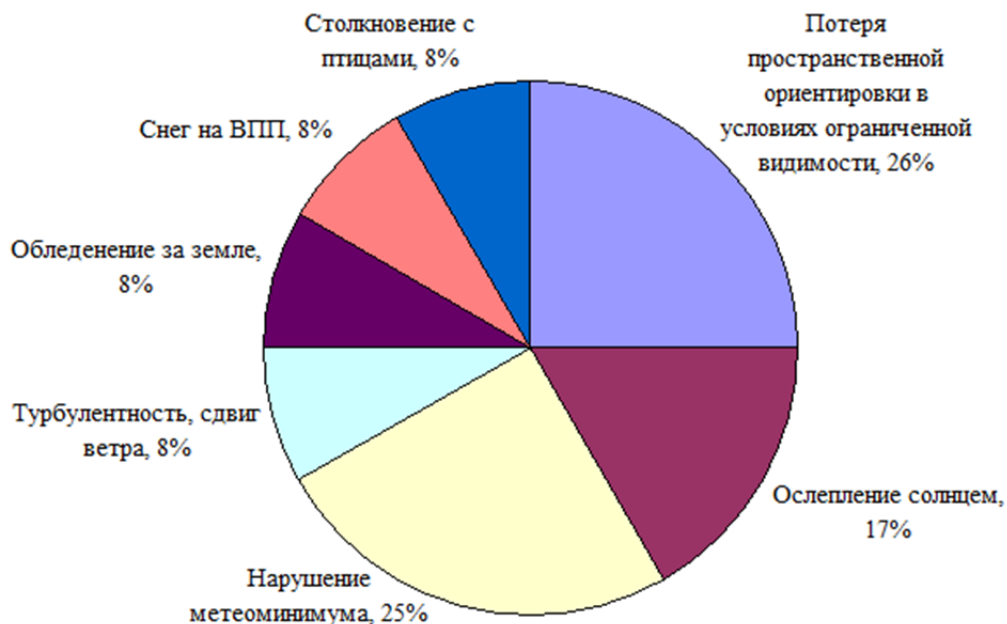


Рис. 4. Распределение причин авиационных происшествий, связанных с неблагоприятными внешними условиями для самолетов за 2008–2014 гг.



Рис. 5. Распределение причин авиационных происшествий, связанных с неблагоприятными внешними условиями для вертолетов за 2008–2014 гг.

Таким образом, представляется актуальным изучение причин вылета ВС по нелетному прогнозу и попаданию в непрогнозируемые метеосостояния. Список факторов, способствующих нарушению метеоминимумов следующий:

- 1) неудовлетворительный анализ метеосостояний при принятии решения на вылет;
- 2) невыполнение требований нормативных документов о возврате на аэродром вылета при несоответствии метеосостояний для продолжения полета;
- 3) неудовлетворительная организация метеобеспечения полетов (несоответствие прогноза погоды реальным метеосостояниям).

В этом списке причин обращают на себя внимание выявленные недостатки в метеобеспечении, поэтому в дальнейшем был проанализирован один из возможных путей улучшения метеобеспечения с целью повышения безопасности полетов.

Для улучшения уровня обеспеченности конечных пользователей метеоинформацией планируется ведение радиолокационного геофизического мониторинга окружающей среды.

Радиолокационные комплексы осуществляют геофизический мониторинг окружающей среды, целью которого является контроль и обнаружение метеорологических явлений, влияющих на безопасность полетов, анализ и прогнозирование состояния облачности, появления осадков и связанных с ними опасных явлений погоды для получения краткосрочного прогноза и штормовых предупреждений. Результатами мониторинга является получение, обработка и представление достоверных данных о погодных условиях в конкретном регионе, на основании которых принимаются решения по обеспечению полетов.

Особое значение имеет своевременное получение метеоинформации по крупным территориям, которую можно получить на основании соответствующих данных от нескольких радиолокаторов. Внедрение доплеровских метеорологических радиолокаторов ДМРЛ-С позволяет повысить эффективность системы наблюдения за опасными метеообразованиями и явлениями.

За полноту, качество и своевременность метеорологического обеспечения несут ответственность оперативно-производственные метеоподразделения, входящие в состав Росгидромета России.

В настоящее время число потребителей, чья производственная деятельность зависит от своевременного получения качественной метеорологической информации, возросло. Одновременно повысилось качество и эффективность радиолокационной и вычислительной техники, включая аппаратуру и программное обеспечение по приему и передаче информации. Накопленный радиометеорологами опыт при работе с МРЛ дает возможность в конечном итоге создать многофункциональную метеорологическую автоматизированную радиолокационную сеть (МАРС) России. Под многофункциональностью понимается работа всех метеорадиолокаторов, находящихся в сети, по единой программе наблюдения и обработки информации на основе базовых измерений и алгоритмов выходных информационных продуктов, которые удовлетворяют требованиям всех потребителей.

Создаваемая система должна обеспечивать возможность включения в свой состав неограниченного числа МРЛ, образующих сеть, обеспечивающую контроль метеорологической обстановки по определенной территории [3].

Эта система должна обеспечивать решение следующих основных задач [4]:

- получение радиолокационных данных, характеризующих облака и осадки в зоне обзора;
- идентификацию метеорологических явлений, включая опасные, связанные с облачностью;
- расчет скорости перемещения облачных систем;
- сверхкраткосрочный прогноз перемещения и эволюции полей облаков и осадков (экстраполяционным методом);
- оперативную передачу информации об облачности, осадках и опасных явлениях в прогностические центры, для использования при разработке прогнозов погоды и предупреждений об опасных и неблагоприятных явлениях погоды;
- оперативную передачу специализированной информации об облачности, осадках и опасных явлениях в аэропорты и автоматизированные системы управления воздушным движением для использования диспетчерским составом гражданской авиации и ВВС в целях обеспечения безопасности полетов авиации;
- передачу специализированной оперативной и (или) архивной информации об облачности и осадках в органы власти субъектов РФ, территориальных образований и другим потребителям;
- объединение (совмещение) информации об облачности, осадках и опасных явлениях погоды, полученной по сети МРЛ, по освещаемой территории, включая в перспективе территории сопредельных государств по их согласию;
- архивацию получаемой метеорологической информации с использованием технических средств, обеспечивающих ее длительное хранение;
- возможность использования разных комплексов автоматизации радиолокационных наблюдений, применяемых на МРЛ для создания системы.

В настоящее время для создания сети, охватывающей большую часть территории Российской Федерации в качестве базового локатора, был выбран радиолокатор ДМРЛ-С.

ДМРЛ-С предназначен для [5–6]:

- отображения распределения различных метеорологических данных (отражаемости, скорости, ширины спектра, а также в режиме двойной поляризации: дифференциальной отражаемости, фазы, коэффициента кросскорреляции и линейного деполяризационного отношения) на различных высотных уровнях по типу псевдо-САРР1;

- расчета и отображения вертикального профиля скорости, направления ветра до высоты верхней границы обнаружения метеообъектов и других доплеровских продуктов;

- расчета и отображения интенсивности осадков за любой интервал времени;

- определения опасных явлений погоды (град, гроза, шквальные усиления ветра, интенсивный дождь и снег, сильная турбулентность);

- отображения скорости и направления перемещения облачных систем;

- выдачи радиолокационной информации в необходимых кодограммах.

ДМРЛ-С состоит из основных модулей и блоков:

- антенной системы, установленной чаще всего на башне;

- центрального управляющего вычислительного комплекса;

- удаленного управляющего вычислительного комплекса;

- абонентских пунктов;

- сети передачи данных;

- системы бесперебойного питания (СБП), чаще всего выполненной на базе источников бесперебойного питания и дизель-генераторных установок.

При установке нескольких ДМРЛ-С в зоне ответственности одного центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (ЦГМС) возникает необходимость обработки достаточно большого объема информации.

Для реализации этих целей необходимо создание автоматизированной информационно-управляющей системы (АИУС), позволяющей не только управлять отдельными ДМРЛ, но и анализировать в автоматическом режиме поступающую информацию от нескольких радиолокаторов.

Заключение

Таким образом, при этом сама система должна состоять функционально из следующих составляющих [7]:

- 1) вычислительный модуль. Наиболее перспективным вариантом реализации вычислительного модуля на данный момент является кластерная архитектура построения с горячим резервом и, учитывая актуальность обрабатываемой информации, модульной избыточностью;

- 2) система отображения. Для обеспечения более комфортных условий работы сотрудников ЦГМС при работе с данной системой наиболее перспективным вариантом реализации системы отображения является технология «бесшумного зала». Данная технология предусматривает размещение в диспетчерском (операторском) зале только системы ввода/вывода информации и системы отображения. Вся же вычислительная составляющая будет включена в вычислительный модуль. Также из диспетчерского (операторского) зала будут вынесены элементы системы бесперебойного питания (СБП). Данное решение позволит в значительной мере не только уменьшить уровень шума в помещении, но и уменьшить место, занимаемое аппаратурой, а также уменьшит уровень тепловыделения от техники;

- 3) система бесперебойного питания. Для обеспечения непрерывной работы системы в ее состав вводятся источники бесперебойного питания и дизель-генераторная установка;

В результате создания АИУС повышается производительность не только одного конкретного ЦГМС, но и всего Росгидромета в целом;

- 4) система передачи данных. Учитывая уровень ответственности системы, а также для обеспечения большей защищенности информации в качестве базовых кабелей связи элементов системы разумным будет использование дублированной волоконно-оптической линии связи, а также дублированного активного сетевого оборудования.

Список литературы

1. Приложение 19 к Конвенции о международной гражданской авиации. Управление безопасностью полетов. – URL: http://www.aviadocs.net/icaodocs/Annexes/an19_cons_ru.pdf
2. Межгосударственный авиационный комитет. Информация. Доклады о состоянии безопасности полетов в гражданской авиации. – URL: <http://www.mak.ru/>
3. Юрков, Н. К. Оценка безопасности сложных технических систем / Н. К. Юрков // Надежность и качество сложных систем. – 2013. – № 2. – С. 15–21.
4. Приказ Росгидромета от 21. 06. 2004 № 95 «О внедрении на радиолокационной сети Росгидромета «Основных технических требований к системе обнаружения опасных атмосферных явлений и штормового оповещения на базе метеорологических радиолокаторов». – URL: <http://zakon.law7.ru/base05/part4/d05ru4870.htm>.
5. Доплеровский метеорологический радиолокатор ДМРЛ-С. – URL: <http://www.lemz.ru/goods/metrls/dmrlc/>
6. Затучный, Д. А. Построение оптимальной системы связи «диспетчер-пилот» / Д. А. Затучный // Труды Междунар. симп. Надежность и качество. – 2010. – Т. 1. – С. 430–431.
7. Рыбалкина, А. Л. Синтез метеоинформации с целью повышения уровня безопасности полетов / А. Л. Рыбалкина, А. С. Спириин // Труды Междунар. симп. Надежность и качество. – 2015. – Т. 1. – С. 90–93.

Рыбалкина Александра Леонидовна

кандидат технических наук, доцент,
кафедра безопасности полетов и жизнедеятельности,
Московский государственный технический
университет гражданской авиации
(125993, Россия, г. Москва, Кронштадтский б-р, 20)
E-mail: a.ribalkina@mstuca.aero

Спириин Алексей Сергеевич

кандидат технических наук,
заместитель начальника отдела,
Лианозовский электромеханический завод
(127411, Россия, г. Москва, Дмитровское шоссе, 110)
E-mail: alex2102@inbox.ru

Аннотация. Приведен анализ статистики авиационных происшествий, связанных с неблагоприятными внешними условиями, в том числе метеорологическими, за семь лет. На базе проведенного анализа сделан вывод о недостаточной обеспеченности конечных потребителей метеоинформацией. Предложен один из путей улучшения метеообеспечения путем внедрения автоматизированной информационно-управляющей системы. Внедрение данной системы позволит потребителям метеоинформации вне зависимости от территориальной принадлежности получать полную радиолокационную картину отдельного региона и страны в целом.

Ключевые слова: безопасность полетов, метеоинформация, радиолокатор, автоматизированная система.

Rybalkina Aleksandra Leonidovna

candidate of technical sciences, associate professor,
sub-department of flight safety and life,
Moscow State Technical University of Civil Aviation
(125993, 20 Kronshtadtskiy boulevard, Moscow, Russia)

Spirin Aleksey Sergeevich

candidate of technical sciences,
deputy head of department,
Lianozovo Electromechanical Plant
(127411, 110 Dmitrovskoe highway, Moscow, Russia)

Abstract. The article contains the statistics analyzes of accidents associated with adverse external conditions, including weather conditions, for seven years. On the analysis basis insufficient supply of final consumers meteorologic data is concluded. One of the ways to improve meteorological support through the introduction of automated information management system is offered. Implementation of this system will allow meteorological information consumers regardless to the territorial jurisdiction to receive full radar picture of a particular region and the country as a whole.

Key words: flight safety, meteorological data, radar, automated system.

УДК 629. 735. 33

Рыбалкина, А. Л.

Определение уровня безопасности полетов на основе синтеза метеоинформации / А. Л. Рыбалкина, А. С. Спириин // Надежность и качество сложных систем. – 2015. – № 3 (11). – С. 39–44.