

Б. П. БУГАЕВ

**ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ
АВИАЦИОННЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ**



Москва «Транспорт» 1982

ББК 39.5
Б 90
УДК 629.7.07:351.814

Бугаев Б. П.

Б 90

Предотвращение авиационных происшествий.— М.: Транспорт, 1982.— 56 с.

Рассматриваются вопросы формирования подхода к проблеме предотвращения авиационных происшествий. Представлена точка зрения различных стран на проблему. Сформулированы основные концепции и выделены направления работ.

Б $\frac{3606010000-432}{049(01)-82}$ без объявл.

ББК 39.5
© Издательство «Воздушный транспорт». МГА, 1982

ВВЕДЕНИЕ

В процессе развития гражданской авиации непрерывно повышается ее функциональная эффективность. При этом с ростом скорости, высоты и дальности полетов появились факторы, сказывающиеся на функциональной эффективности авиационных систем. Стремление к всепогодным полетам столкнуло экипажи воздушных судов с природными явлениями, которые резко усложняют условия их деятельности. Совокупность этих обстоятельств привела к тому, что за последние годы, несмотря на меры, принимаемые в плане повышения безопасности полетов, положение только стабилизировалось, поэтому для дальнейшего улучшения состояния дел требуются новые, более эффективные мероприятия в области обеспечения безопасности полетов.

Эта проблема, будучи многоплановой, охватывает широкий круг вопросов, связанных с совершенствованием всех сторон деятельности человека в авиационных системах, совершенствованием технических элементов систем, организации их взаимодействия. Решение этих вопросов уже направлено на повышение эффективности авиационного транспорта и уровня безопасности полетов. Вместе с тем может быть выделено направление деятельности специфического характера: предусматривающее поиск, выявление и оценку потенциальной опасности таких факторов и явлений, которые были известны недостаточно или вообще не были известны. При этом должны разрабатываться специальные рекомендации и методы, дополняющие существующие регламентации, связанные с обеспечением безопасности полетов.

В настоящей работе излагается подход к решению данной проблемы.

1. АНАЛИЗ ПРОБЛЕМЫ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ АВИАЦИОННЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ

1.1. Направление деятельности

Понятие «предотвращение авиационных происшествий» используется в специальном значении: оно обозначает деятельность, которая дополняет существующие регламентирующие правила, связанные с обеспечением безопасности, организационные мероприятия ИКАО и отдельных государств в различных областях, прямо или косвенно связанных с гражданской авиацией.

По своему содержанию понятие «предотвращение авиационных происшествий» отличается от правил тем, что предусматривает активное выявление опасностей, которые необходимо устранить, а если они неустраняемы, то постоянно держать под действенным контролем. Методы предотвращения авиационных происшествий совершенно не предполагают замены действующих административных правил и установлений. Последние являются самостоятельными методами и направлены на устранение уже известных опасностей.

Работы по предотвращению авиационных происшествий существуют практически с момента начала авиации, однако и по настоящее время они не носят полностью системного характера. Естественно, что какие-либо предложения могут быть сформулированы лишь на базе анализа существующего положения дел в этой области [1, 2].

1.2. Страны—члены ИКАО о подходе к предотвращению авиационных происшествий

Точка зрения ИКАО на рассматриваемый вопрос в общих чертах представлена в отчете о работе **специализированного совещания ИКАО по предотвращению и расследованию авиационных происшествий 1979 года (Монреаль, 4—20 сентября)** [3]. Однако наряду с итоговым документом значительный интерес представляют и первичные документы, излагающие точку зрения различных государств на данный вид деятельности.

Секретариатом Совещания представлен образец Руководства по предотвращению авиационных происшествий, не являющийся полным документом. Он дает лишь общие соображения по вопросам, которые рассматривались на совещании [4].

Руководство содержит основные принципы и методы предотвращения авиационных происшествий административными органами, эксплуатантами, изготовителями и принципы деятельности организаций, проводящих расследование.

Основные принципы предотвращения рассматриваются во взаимосвязи с:

- целью предотвращения,
- человеком и авиацией,
- понятием «предотвращение авиационного происшествия»,
- человеком «как он есть»,
- организацией управления,
- наказанием и виной,
- ответственностью в деятельности по организации управления при предотвращении происшествия,
- ответственностью отдельных лиц в плане предотвращения авиационных происшествий.

Одна из основных точек зрения на предотвращение авиационных происшествий та, что оно может быть эффективным, если все работы выполняются руководителями, эксплуатантами и изготовителями, и когда ответственность за работы возложена на руководителей самого высокого уровня в этих организациях.

В качестве одного из эффективных методов предотвращения авиационных происшествий рассматривается расследование авиационных происшествий.

Считается, что для объективного и эффективного расследования организация, проводящая его, должна:

— быть независимой от правительственного органа, который осуществляет руководство авиацией.

— представлять отчет непосредственно руководителю правительственного органа, к которому она относится, или по своему собственному усмотрению в какой-либо полномочный орган,

— иметь достаточное финансирование для должного проведения расследования авиационных происшествий,

— иметь установленное законом право проводить расследования авиационных происшествий или инцидентов в соответствии с полномочиями.

Целью расследования должно быть определение обстоятельств и причин авиационных происшествий и инцидентов и подготовка и издание рекомендаций по обеспечению безопасности, чтобы предотвратить их повторное возникновение.

Рабочими документами, представленными Международной федерацией ассоциаций линейных пилотов [5—7], предлагается определить ответственность в деле обеспечения безопасности полетов:

— **изготовителя** — как ответственного за эксплуатационные правила, методики и руководства,

— **административных органов** — как ответственных за регламентацию в вопросах эксплуатации,

— **эксплуатантов** — как связующего звена между административными и рабочими органами.

Подчеркивается роль административного органа как главно-

го руководителя и первого связующего звена в цепи предотвращения происшествий.

Федерация считает:

— любые возможные экономические выгоды при предотвращении авиационных происшествий не должны быть определяющими факторами;

— угроза наказания является одним из краеугольных камней предотвращения происшествий;

— наказание является прямо противоположным сути предотвращения происшествий с точки зрения выявления опасностей;

— система предотвращения может быть эффективной лишь в том случае, если существует «уверенность и доверие» между пилотами, техническим персоналом, диспетчерами УВД и другими сотрудниками, взаимосвязанными в процессе подготовки и выполнения полета;

— система отчетов «без указания вины» способствует развитию доверия и уверенности и целесообразна в вопросах повышения безопасности полетов;

— в вопросах предотвращения авиационных происшествий необходимо ввести в рассмотрение концепцию экипажа и командира воздушного судна как руководителя экипажа;

— взаимоотношения эксплуатанта с промышленностью не должны оказывать отрицательного влияния на предотвращение происшествий;

— самым эффективным методом выявления опасности и предотвращения авиационных происшествий является получение знаний в области всех возможных и всех фактических инцидентов и быстрое и своевременное распространение этих знаний.

Первостепенную важность решения вопроса Федерация видит в том, чтобы органы расследования являлись независимыми от органов управления авиацией.

Рабочим документом, представленным Францией [8], предотвращение авиационных происшествий рассматривается, как основанное на:

— всестороннем анализе причин и факторов авиационных происшествий,

— анализе условий выполнения полетов,

— расследовании наиболее важных авиационных инцидентов.

Выделяется формулировка рекомендаций и предупреждений по результатам профилактической работы, которые не должны подменять собой правила эксплуатации.

Важным мероприятием в деле предотвращения авиационных происшествий считается анализ полетов, целью которого является не оценка индивидуальных летных качеств, а выявление тенденций. Считается, что он должен быть анонимным и не может повлечь за собой применение мер воздействия.

Система личных сообщений направлена на сбор информации,

касающейся обстоятельств и условий полета, или разбор полета с экипажами с целью получения соответствующих знаний в области безопасности полетов.

В рабочем документе Швеции [9] методы предотвращения авиационных происшествий представлены четырьмя группами:

- расследование авиационных происшествий,
- анализ отчетов об инцидентах,
- анализ безопасности,
- текущие организационные мероприятия по управлению.

В этом документе также ставится вопрос о концепции системного подхода: необходимости рассмотрения всей авиационной системы, а не изолированной ее части.

В вопросах ответственности считается необходимым ее распределение между производственным подразделением и полномочным органом, отвечающим за обеспечение безопасности:

- производственное подразделение всегда несет ответственность за качество поставляемой продукции;
- органы, отвечающие за безопасность, несут ответственность за создание рациональной регламентирующей системы.

Одним из ключевых принципов обеспечения безопасности полетов рассматривается постоянный эффективный контроль качества продукции в производственном подразделении. Считается, что в случае обнаружения отделом контроля качества каких-либо отклонений в его распоряжении должны быть все необходимые средства для выполнения корректирующих действий. Этот отдел должен анализировать данные об авиационных происшествиях, инцидентах и текущих нарушениях с целью установления опасных областей и тенденций. При выполнении корректирующих действий отдел качества должен контролировать их эффективность.

Инспектирование рассматривается как действие, направленное на контроль эффективности внутреннего контроля качества в производственных подразделениях. То есть органы, отвечающие за безопасность, должны проверять способность отдела контроля качества определять отклонения от правил и предпринимать корректирующие действия.

В представленном документе рассматривается детализация правил: они не должны быть слишком подробными, поскольку обилие подробностей может скрыть сущность правил. Кроме того, в этом случае контроль за соблюдением правил будет затруднен.

Рабочим документом, представленным Соединенным Королевством [10], предлагаются вопросы общего и детального характера.

Сущность работ по предотвращению авиационных происшествий представлена как реализация мероприятий, дополняющих действующие административные правила, связанные с обеспе-

чением безопасности, и другие организационные мероприятия государств и ИКАО в таких областях, как:

- летная годность,
- производство полетов,
- профессиональная подготовка и др.

Документом предлагается вариант построения Руководства по предотвращению авиационных происшествий.

Основные принципы (глава I) рассматриваются во взаимосвязи с:

- целью,
- человеческим фактором,
- понятием «предотвращение авиационного происшествия»,
- поведением человека при предотвращении авиационных происшествий,
- организацией управления,
- дисциплиной,
- ответственностью за предотвращение авиационных происшествий.

В качестве методов предотвращения авиационных происшествий рассматриваются:

- руководство,
- расследование инцидентов,
- анализ безопасности,
- расследование авиационных происшествий.

Подчеркивается необходимость:

- взаимного доверия и уважения между эксплуатантами, изготовителями, аэродромной администрацией и т. д. для обеспечения двустороннего поступления материалов по безопасности;
- методики, позволяющей проведение учебно-воспитательной работы в тех случаях, когда очевидно, что регламентирующее действие нежелательно или едва ли будет эффективным;
- признания необходимости поощрения дискуссии с привлечением широкого круга сотрудников по авиационной безопасности, работающих во всей авиационной промышленности.

При рассмотрении предотвращения авиационных происшествий авиакомпаниями отмечается разнообразие взаимодействующих вопросов, решение которых требует различных действий. Начальными задачами в этом плане считаются:

- ведение учета авиационных происшествий и инцидентов,
- взаимодействие с другими организациями по обеспечению безопасности полетов,
- подготовка данных об авиационных происшествиях и инцидентах, а также планов и методик проведения расследования,
- участие в расследованиях авиационных происшествий и инцидентов, проводимых авиакомпанией, и в разработке последующих рекомендаций,

- обеспечение подготовки по вопросам безопасности,
- сбор и распространение информации по вопросам безопасности,
- подготовка ответов на запросы о безопасности.

Для успешного решения этих задач организация по обеспечению безопасности должна быть компетентна в:

- международных стандартах и рекомендованной практике,
- содержании национального законодательства и других консультативных материалах регламентирующего характера,
- эксплуатационных методах и практике авиакомпании.

Обращается внимание на необходимость наличия центра сбора информации по безопасности.

В документе подробно изложены принципиальные положения органов, проводящих расследование. Считается, что для обеспечения правильности выводов, сделанных в процессе расследования, и их соответствия изучаемым случаям необходимо придерживаться следующих основных принципов:

а. Персонал, несущий ответственность за проведение расследования, должен быть компетентен для выполнения этой задачи.

б. Персонал, проводящий расследование, должен быть полностью беспристрастным, т. е. не подвергаться влиянию тех частей авиационного сообщества и других организаций, которые могут попытаться повлиять на расследование, исходя из своих собственных интересов.

в. Теоретически орган по проведению расследования должен заниматься исключительно расследованием авиационных происшествий и инцидентов для обеспечения необходимого уровня экспертизы. Если это практически неосуществимо, то среди персонала, выбранного для проведения расследования, не должно быть лиц, которые несут ответственность за управление и работу какой-либо организации, находящейся под расследованием.

г. Орган, проводящий расследование, должен быть строго объективным, и его следует расценивать только так, и полностью беспристрастным в своих выводах. Он не должен подвергаться какому-либо давлению.

д. Орган, проводящий расследование, должен иметь достаточное финансовое обеспечение.

е. Целью проведения расследований авиационных происшествий и инцидентов должно быть установление обстоятельств и определение причин подобных случаев, а также подготовка рекомендаций по обеспечению безопасности для предотвращения их повторного возникновения. Возложение вины или ответственности или же признание любого лица или организации невиновными или снятие ответственности не является обязанностью органа, проводящего расследование.

ж. Процедуры проведения расследований не должны быть ограничены другими правовыми действиями, и орган, проводящий расследование, должен иметь свободный и неограниченный доступ ко всем, имеющим отношение к расследованию, свидетельствам без предварительного согласования с другими официальными органами или судебными властями.

з. Подготовленные органом, проводящим расследование, отчеты об авиационных происшествиях и инцидентах должны быть представлены правительствам всех государств, принимавших участие в расследовании, и после этого отчеты должны быть опубликованы.

и. Не следует использовать отчеты об авиационном происшествии в качестве свидетельства при принятии карающего действия любого характера. Распространение информации по безопасности рассматривается с нескольких позиций: осторожности обращения с информацией, отсутствия общепринятого канала связи для международного распространения важных сообщений по безопасности.

Рабочие документы, представленные Канадой [11, 12], содержат описания различных программ Канады по предотвращению авиационных происшествий. В документе [11] изложена своеобразная точка зрения на некоторые положения по рассматриваемому вопросу.

Так, утверждается: «В Канаде не существует статистического свидетельства для установления того факта, что результаты по предотвращению авиационных происшествий, получаемые из разработанных мер в ходе расследования и изложенные в форме отчета о расследовании или событии, могли бы иметь какое-либо влияние на частоту авиационных происшествий».

Приводимое утверждение базируется на том представлении, что с точки зрения мотивировки чужой опыт, полученный в результате чтения отчета о происшествии, подвергается обычной реакции: «со мной этого не может случиться». Это связано с тем, что отчет касается конкретного события, с которым читатель не связан и испытывает трудности установить тождество из-за уникальности характера каждого события.

В рабочем документе [12] подтверждается целесообразность проведения программ предотвращения авиационных происшествий, требующихся для дополнения расследования авиационных происшествий и инцидентов. Высказывается сожаление, что стремлению к расширению сферы деятельности по предотвращению авиационных происшествий может помешать отсутствие международного форума и общего банка данных для сбора идей и информации по предотвращению авиационных происшествий.

Рабочие документы, представленные Соединенными Штатами Америки [13—15], рассматривают различные вопросы пред-

отвращения авиационных происшествий. Обращается особое внимание на отчетность, которая должна освещать все виды опасности, связанные с расследованным происшествием [13]. Все это должно быть направлено на разработку рекомендаций по предотвращению аналогичных происшествий. Разрабатываемая в настоящее время NASA программа отчетов об инцидентах предусматривает обязательность включения информации, касающейся возникающих проблем, не только от пилотов, но также и от органов УВД и наземного персонала, связанного с безопасностью. То есть в основу программы положен системный подход.

В 1978 году NTSB выдвинул новую концепцию «Задач по безопасности». Она представляет собой программу определения важных краткосрочных и долгосрочных проблем и вопросов по безопасности. Рассмотрение и отбор ведется путем:

- анализа текущих проблем и тенденций по расследованию авиационных происшествий,
- изучения банка данных по происшествиям и инцидентам,
- определения районов наибольших фактических или потенциальных потерь,
- изучения правительственных программ по безопасности, которые не помогли выполнению намеченных целей,
- определения вопросов и проблем, которые неправильно рассматривались любым другим органом.

Предлагается, чтобы государства выпустили в форме, установленной в добавлении к Приложению 13, окончательные отчеты с описанием всех международных авиационных происшествий, а также основных, заслуживающих внимания с точки зрения безопасности, внутренних происшествий [15]. Изменения в системе ADREP предлагаются эволюционные или незначительные [14].

В рабочем документе, представленном Австралией [16], в целом поддерживаются шаги, направленные на расширение масштаба международной деятельности в области расследования авиационных происшествий, но высказывается сомнение, что это должно привести к выводу о необходимости наличия Руководства по предотвращению авиационных происшествий.

Обстоятельство, что несколько государств указывало на трудность определения термина «предотвращение авиационных происшествий», подкрепляется тем, что, по-видимому, почти невозможно на долгосрочной основе провести четкое разграничение между материалом, пригодным для включения в руководство, и законодательным (регламентирующим) материалом. В этом плане представляется правильным утверждение, что часть V «Руководства по расследованию авиационных происшествий» уже и сейчас направлена на предотвращение авиационных происшествий.

С учетом сложившейся обстановки предлагается рассмотрение вероятных методов и схем предотвращения авиационных происшествий в рамках деятельности по расследованию авиационных происшествий, куда войдут четыре главных вопроса:

- расследование авиационных происшествий,
- расследование инцидентов и отчетности,
- исследование вопросов безопасности,
- учебно-воспитательная работа по вопросам безопасности.

В ряде рабочих документов содержатся предложения по отдельным деталям рассматриваемой проблемы и точки зрения на нее.

Рабочий документ, представленный Королевством Нидерландов [17], содержит ряд конкретных предложений по детализации основных принципов предотвращения авиационных происшествий.

В рабочих документах Федеративной Республики Германии [18, 19] содержатся основные идеи о совершенствовании международной авиационной безопасности путем обзора существующих данных об авиационных происшествиях и инцидентах специальной исследовательской группой ИКАО [18] и предложения об изменении Приложения 13 с целью более точного определения положения о деятельности по предотвращению авиационных происшествий [19].

В рабочем документе Норвегии [20] приводятся конкретные предложения по изменению части II Приложения 8 с целью повышения требований к системе продолжительности сохранения летной годности для категории транспортных воздушных судов путем включения дополнительной главы 4.3. Эта глава должна содержать требования к изготовителям воздушных судов по созданию системы обзора инцидентов и проверки в течение всего срока действия каждой модели и конструкции.

В документе [21] приводятся данные о выборе и применении системы данных об авиационных происшествиях и инцидентах региональной группой государств (Дания, Исландия, Норвегия, Финляндия, Швеция).

При выборе системы данных учитывались два основных положения. Во-первых, от системы требовалось, чтобы она могла применяться ко всем видам авиации, начиная от категории транспортных воздушных судов и кончая авиацией общего назначения, а возможно, и к планерам. Во-вторых, система должна быть совместимой с системами данных, которые обычно используются в других государствах с целью обеспечения возможности обмена информацией. Это было сочтено важным с учетом того, что система ИКАО ADREP содержит лишь информацию, связанную с авиационными происшествиями и инцидентами многодвигательных воздушных судов со взлетным весом свыше 2250 кг.

Рассматривая предложения по вопросам предотвращения авиационных происшествий, целесообразно учесть, что все страны, представившие свои предложения, имеют развитую гражданскую авиацию и высокий уровень безопасности полетов. Это свидетельствует о том, что сформулированы предложения, эффективность которых доказана практикой летной эксплуатации.

Рассматривая предложения по существу, можно установить практически единую точку зрения на основные принципы системы предотвращения авиационных происшествий, которые необходимо увязывать с целью предотвращения, человеческими особенностями, организацией управления, виной и наказанием, ответственностью, дисциплиной.

Наиболее развитым направлением является расследование авиационных происшествий и предпосылок к ним: совершенствуются методы, средства и организационные основы расследования. Некоторые страны (СССР, США и Швеция) осуществляют целенаправленную подготовку специалистов по расследованию.

Анализ безопасности полетов практически всеми странами рассматривается как одно из ведущих направлений работ по предотвращению авиационных происшествий.

Такие профилактические мероприятия, как оперативный и долгосрочный анализ деятельности экипажа, развиты мало. В большинстве случаев использование бортовых систем регистрации полетных данных сводится к обеспечению необходимой информацией при расследовании или ограниченному контролю нахождения параметров полета в установленных диапазонах.

2. ОСНОВЫ ПОДХОДА К ПРЕДОТВРАЩЕНИЮ АВИАЦИОННЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ

2.1. Основные концепции

На опыте отечественного и зарубежного подходов к профилактической деятельности в области безопасности полетов ее основные концепции могут быть представлены следующим образом.

Системный подход. Многообразие задач проблемы предотвращения авиационных происшествий предопределяет комплексный подход к ее решению, поэтому работы по предотвращению авиационных происшествий строятся с позиций системного подхода.

Ведомственная независимость. Система предотвращения авиационных происшествий имеет надведомственную структуру, предусматривающую участие в работе всех отраслей, производящих и эксплуатирующих авиационную технику. Формирование направлений работ осуществляется по элементам авиационной системы.

Экипаж — «конечное звено» авиационной системы. Экипаж является таким элементом авиационной системы, на котором замыкаются все ее недостатки. Он первым и всегда испытывает последствия авиационного происшествия, следовательно, не может иметь намерений совершить его.

Конкретность распределения ответственности. Ответственность за авиационное происшествие распределяется:

— изготовитель (промышленность) несет ответственность за эффективность и надежность авиационной техники и совершенство регламентаций по ее эксплуатации;

— эксплуатант:

регламентирующие органы несут ответственность за создание такой организационной структуры, которая в состоянии обеспечить требуемый уровень безопасности полетов.

Производственные подразделения несут ответственность за безопасность полетов в процессе эксплуатации авиационной техники.

Двойственный характер угрозы наказания:

— с точки зрения выявления потенциальных опасностей угроза наказания несовместима с деятельностью по предотвращению авиационных происшествий.

— с точки зрения ответственности за авиационное происшествие угроза наказания является одним из основных принципов предотвращения авиационных происшествий.

Доверие и взаимопонимание между специалистами различного профиля, прямо связанными с планированием, подготовкой и выполнением полета, является фактором, способствующим выявлению потенциально опасных явлений.

2.2. Авиационная транспортная система

Выполнение полета современного воздушного судна связано с участием широкого круга специалистов различного профиля и уровня подготовки, с использованием ими в своей деятельности сложных технических устройств. При этом может быть выделена система, выполняющая функции подготовки, обеспечения и выполнения полета.

В качестве такой сложной системы выступает «авиационная транспортная система», включающая подсистемы: экипаж, воздушное судно, систему УВД, систему обеспечения полета (рис. 1), каждая из которых может рассматриваться как самостоятельная система.

В течение всего времени полета в тесной взаимосвязи с системой «экипаж — воздушное судно», непосредственно выполняющей полет, функционирует система УВД. Она получает информацию о параметрах состояния системы «экипаж — воздушное

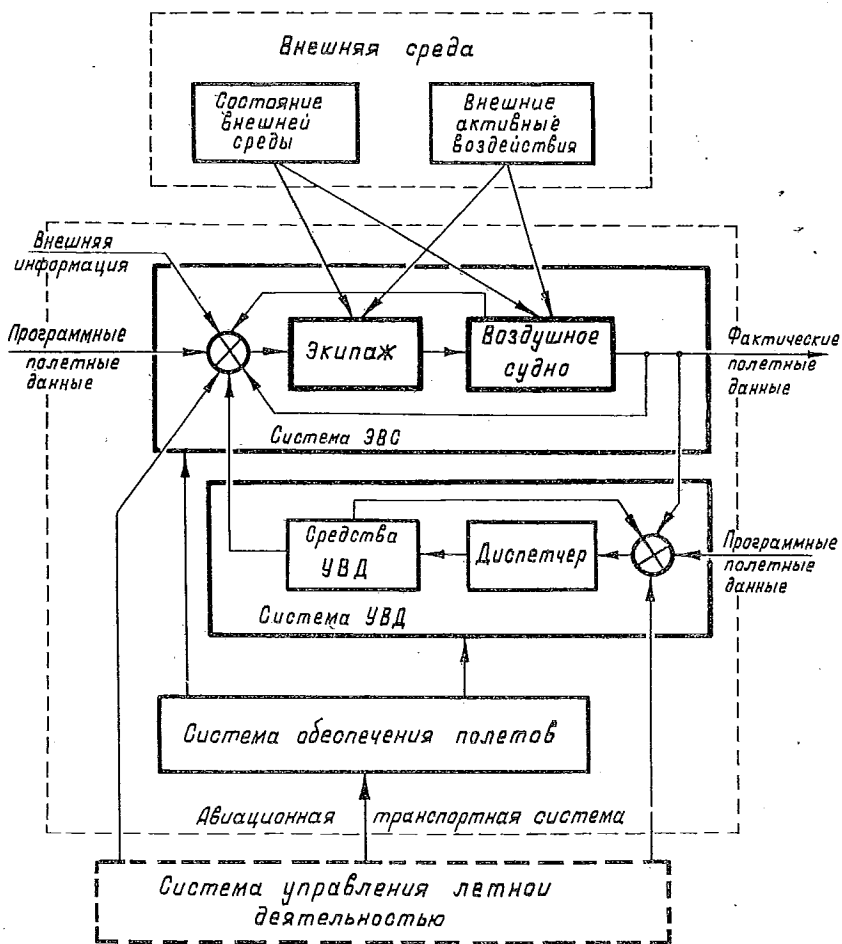


Рис. 1

Структура авиационной транспортной системы и внешние условия судно», необходимую для выполнения полета внешнюю информацию, обрабатывает ее и выдает на борт воздушного судна решение, принятое на основании информационного анализа. Таким образом, диспетчер УВД также принимает участие в управлении полетом воздушного судна, но его действия всегда опосредованы действиями экипажа.

В отличие от этих систем, которые взаимосвязаны функционально между собой в течение всего времени полета, элементы системы обеспечения полета имеют прямую связь лишь на отдельных этапах его подготовки и выполнения.

Исходя из структуры авиационной транспортной системы, в процессе летной эксплуатации могут быть выделены характерные виды управления:

— регламентирующее управление — управление высшего уровня, осуществляемое через руководящие документы, установления и т. д.

— организационное — управление производственной деятельностью, осуществляемое на уровне предприятий в соответствии с установлениями и регламентациями.

— управление полетом: прямое, осуществляемое экипажем, опосредованное, осуществляемое диспетчером УВД, и косвенное — через регламентирующие документы.

Интенсивность и характер воздействий среды на систему «экипаж — воздушное судно» зависят от географических, климатических и погодных условий, высоты и скорости полета, а наличие дискретных масс с неупорядоченным движением (птицы, шары-зонды) создает реальную угрозу столкновений с ними.

2.3. Экипаж — «конечное звено» авиационной системы

Несмотря на то, что проблема безопасности полетов носит комплексный характер, конечный результат рассматривается лишь по показателям успешности функционирования системы «экипаж — воздушное судно».

С точки зрения взаимосвязи отдельных направлений проблемы можно выделить основные характерные особенности этого процесса:

1. Все показатели безопасности полета прямо определяются функциональной эффективностью экипажа и воздушного судна.

2. Опосредованно (через экипаж или воздушное судно) показатели безопасности полетов определяются эффективностью организации и управления гражданской авиации, управления воздушным движением, обеспечения полетов и внешними условиями.

В процессе формирования безопасности полетов существуют несколько источников воздействий на процесс эксплуатации, два — из них независимые:

- управление летной деятельностью;
- внесистемные факторы (внешние условия).

Первый источник является регламентирующим для всех элементов авиационной системы, а второй, представляя собой окружающую среду с ее особенностями и активными воздействиями, просто не зависит от свойств системы.

Все остальные источники занимают промежуточное положение. Так, например, снижение эффективности управления воздушным движением может быть обусловлено:

- собственными недостатками;
- недостатками в организации и управлении летной деятельностью;
- недостатками в системе «экипаж — воздушное судно»;
- недостатками в обеспечении полетов.

В наиболее сложных условиях оказывается экипаж, о чем свидетельствует значительная доля авиационных происшествий, связанных с его деятельностью.

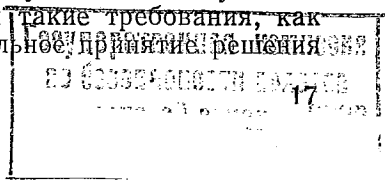
Так, все недостатки в регламентациях и организации летной работы на всех уровнях снижают функциональную эффективность экипажа через принятые установления по выполнению полета.

Эффективность управления воздушным движением и всех видов обеспечения полета определяет функциональное состояние экипажа и воздушного судна.

Отрицательное влияние внесистемных факторов (выход параметров состояния внешней среды или активных воздействий за границы допустимых значений) может проявиться через снижение функциональной эффективности как экипажа, так и воздушного судна.

В результате оказывается, что на системе «экипаж — воздушное судно» как бы сфокусированы все отрицательные проявления организационного характера, функциональные недостатки всех элементов авиационной системы и все отрицательные внешние воздействия. К этим внешним по отношению к системе «экипаж — воздушное судно» факторам могут добавиться отрицательные явления внутреннего характера: недостаточная функциональная эффективность членов экипажа, отказы систем воздушного судна. А так как экипаж является конечным звеном в этой цепи взаимосвязанных явлений (рис. 2) и осуществляет прямое управление полетом воздушного судна, то вся тяжесть создающейся ситуации падает именно на него, и исход полета в конечном счете также зависит от него.

Усложнение деятельности экипажа обусловлено еще и тем, что в настоящее время наблюдается тенденция сокращения численности экипажа, а автоматизация процессов управления воздушным судном в значительной степени видоизменяет его деятельность. В первую очередь это прослеживается в том, что автоматизация управления снижает функции пилота как сервосистемы, а функции штурмана — как вычислителя, вплоть до полной его замены автоматическими системами. Вместе с тем резко возрастают нагрузки, связанные с приемом и обработкой информации, контролем за работой систем воздушного судна и управлением системами. Усложнение условий эксплуатации особенно остро ставит перед экипажем такие требования, как быстрый анализ ситуации, незамедлительное принятие решения



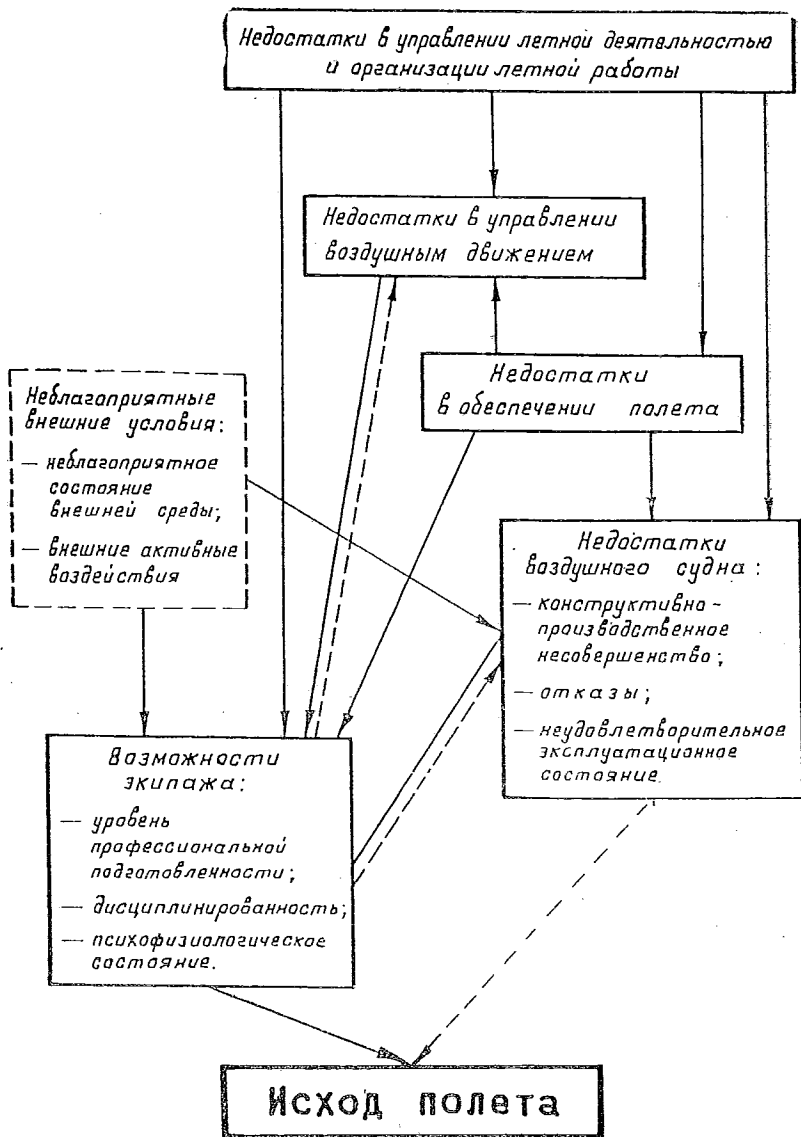


Рис. 2

Экипаж — «конечное звено» авиационной системы (конечное звено в цепи предотвращения авиационного происшествия)

и четкая его реализация. Это все больше и больше повышает психологическую нагрузку.

Сокращение численности экипажа неизбежно влечет перераспределение функциональных обязанностей в экипаже и передачу некоторых из них автоматическим устройствам.

Распределение и перераспределение функций между экипажем и автоматическими устройствами, установленными на борту воздушного судна, хотя и учитывает специфику человека и машины, тем не менее не может считаться решенной задачей [22—28].

В области отбора информации человек превосходит автоматические устройства, имея относительно широкие, гибкие сенсорные входы. Благодаря этому члены экипажа могут производить анализ функционального состояния воздушного судна не только по сигналам, адресованным непосредственно им, но и по косвенным признакам.

По мере накопления опыта человек приобретает много индивидуальных, только ему присущих особенностей получения информации. При переработке ее человек относительно легко может распознавать разнородные образы ситуации, формировать случайные представления отдельных явлений, определять вероятность особых ситуаций и предвидеть их развитие.

В области исполнительных функций деятельность человека разнородна и гибка: он может легко и быстро перестраиваться в зависимости от условий, может использовать различные способы выполнения работ и, что очень важно, оценивать их эффективность. Однако в скорости и точности отработки управляющих функций человек уступает автоматическим устройствам, его возможности в этой области принципиально ограничены, что обусловлено психофизиологическими особенностями человека.

До недавнего времени это практически не учитывалось при расследовании авиационных происшествий и предпосылок к ним. Многие отрицательные ситуации, связанные с деятельностью пилота, квалифицировались как «ошибки пилота», которые признавались и причинами авиационных происшествий. Подобные явления могли быть действительно ошибками, но зачастую они являлись следствием нормальных и естественных ограничений возможностей человеческого организма, оказывающих влияние на возможности восприятия пилотом информации, ее интерпретацию, принятие решений и осуществление соответствующих действий, особенно в ограниченные промежутки времени. Термином «ошибки пилота» во многих случаях квалифицировали ситуации, в которых пилот собственно и не совершал ошибки, а лишь действовал в пределах своих естественных возможностей.

Таким образом, накапливались ошибки целого ряда специалистов, не сумевших должным образом учесть физические и

психологические возможности пилота; оказавшегося конечным звеном этой ситуации. В настоящее время это положение находит широкое признание как в нашей стране, так и за рубежом [29].

Анализ особых ситуаций и их исходов показывает, что зачастую при весьма сходных ситуациях их исход совершенно различен. Это может быть объяснено специфическими свойствами человека-оператора, осуществляющего активное управление полетом,— пилота, которые индивидуальны и подвержены систематическим и случайным воздействиям. То есть даже для одного и того же пилота они могут меняться в широких пределах в зависимости от влияния прямых и косвенных факторов.

Таким образом, в процессе предотвращения авиационных происшествий экипаж, являясь конечным звеном этого процесса, выступает как своего рода «фильтр» всяких отрицательных явлений, которые он может парировать тем в большей степени, чем большими потенциальными возможностями он обладает. При этом могут быть выделены три основных составляющих его функциональной эффективности:

- профессиональная подготовленность;
- дисциплина;
- психофизиологическое состояние.

Выделить среди них главную сложно и нет необходимости, поскольку каждая ситуация индивидуальна, даже в случае ее повторения, и основную роль может сыграть любая из перечисленных составляющих [30].

2.4. Причинно-следственные связи отрицательных явлений в авиационной системе

Анализ авиационных происшествий и предпосылок к ним свидетельствует, что в подавляющем большинстве случаев в процессе развития авиационного происшествия возникает ряд событий, последовательно усложняющих ситуацию. Это обстоятельство вызывает необходимость установления единых отправных положений для систематизации событий и их причин.

Практический опыт показывает, что систематизация должна обеспечить:

- однозначность представления о событии и его причинах;
- применимость ко всем типам воздушных судов и всем видам применения авиации;
- определение мероприятий по предотвращению аналогичных событий;
- практическую рациональность.

В настоящее время на отрицательные явления в практике летной эксплуатации господствует единая точка зрения по су-

шеству вопроса, несколько отличаются по форме лишь определения предпосылок.

Так, согласно принятым в СССР определениям:

Предпосылка к авиационному происшествию (инцидент) — событие, связанное с возникновением аварийной или сложной ситуации, имевшее место с момента, когда какое-либо лицо из числа пассажиров или членов экипажа вступило на борт с целью полета, до момента, когда все находившиеся на борту лица покинули воздушное судно, но не закончившееся авиационным происшествием.

Особая ситуация — совокупность условий, связанная с потенциальным снижением уровня безопасности полета.

Согласно определению ИКАО:

Авиационный инцидент (Aircraft incident), предпосылка к авиационному происшествию — связанное с эксплуатацией воздушного судна событие, которое не является авиационным происшествием, но которое влияет или могло повлиять на безопасность полета (Annex 13) [31].

Из определений видно, что предпосылка и инцидент — это неблагоприятные события, а особая ситуация — это неблагоприятные условия, в которых оказывается система «экипаж — воздушное судно» в силу каких-то причин, в частности, в результате неблагоприятных событий.

При разграничении этих понятий целесообразно исходить из концепции экипажа, как «конечного звена» авиационной системы, практическая сущность которой выражается в том, что в конечном счете со всеми отрицательными проявлениями в системе «экипаж — воздушное судно» имеет дело экипаж.

Учитывая это, все отрицательные проявления в системе «экипаж — воздушное судно» могут быть разделены в зависимости от их длительности на две группы:

— проявления, длительность которых допускает формирование действий экипажа, адекватных состоянию системы и условиям ее нахождения (например, полет с отказавшим двигателем);

— проявления, длительность которых недостаточна для формирования адекватных состоянию и условиям действий (электрический разряд или взрыв на борту воздушного судна). Сам процесс, например, взрыва охватывает множество промежуточных состояний, длительность которых мала настолько, что затруднительна даже инструментальная регистрация, а адекватная реакция человека просто невероятна. В этих случаях может стоять вопрос лишь об их предотвращении или действиях в тех условиях, которые будут следствием этих явлений, например, в условиях разгерметизации, наступившей после взрыва.

Принимая за основу такое деление, предпосылку к авиационному происшествию (авиационный инцидент) можно рассмат-

ривать как более широкое понятие, охватывающее все отрицательные проявления в системе «экипаж — воздушное судно». В дальнейшем такие события будут называться предпосылками к авиационным происшествиям (или кратко: «предпосылки»).

Количественную дифференциацию особых ситуаций можно осуществить, используя подход, высказанный в работе [32]: особая ситуация — это ситуация, при которой функциональная эффективность системы «экипаж — воздушное судно» и (или) фактические условия эксплуатации находятся за пределами установленных ограничений.

Практическая целесообразность такого подхода заключается в следующем.

1. Систематизированный перечень предпосылок с установленными количественными ограничениями строго определит круг событий, подлежащих расследованию, исключит существующий в настоящее время неоднозначный подход к одним и тем же явлениям и сделает сопоставимыми статистические данные.

2. Систематизированный перечень особых ситуаций с их количественной дифференциацией по степени опасности позволит более строго сформировать систему подготовки экипажей к действиям в подобных ситуациях.

Систематизация причин предпосылок и авиационных происшествий наталкивается на затруднения, связанные с тем, что одни и те же отрицательные явления могут выступать и как причина, и как следствие.

Попытка преодоления этих трудностей была предпринята нами еще в 1973 г. [33]. Продолженные затем работы [32] позволили представить классификацию причин предпосылок и авиационных происшествий. Проведенный анализ свидетельствует, что предложенная последняя классификация также не свободна от недостатков. Основным из них является попытка жесткого разграничения всех событий на «причины» и «следствия».

Принимая за основу классификацию, представленную в работе [32], для устранения указанных недостатков целесообразно более строго сформулировать начальные ограничения:

1. В качестве предпосылок могут рассматриваться лишь те отрицательные явления, которые прямо связаны с функциональным состоянием и (или) условиями функционирования системы «экипаж — воздушное судно».

2. Предыдущее отрицательное событие по отношению к последующему, им вызванному, рассматривается как причина.

3. Всегда выступают в качестве причин:

а) все отрицательные явления, имевшие место в системе «экипаж — воздушное судно» (ее элементах) до полета и приведшие в полете к отрицательным событиям;

б) все отрицательные явления в элементах авиационной системы, вызывающие отрицательные явления в системе «экипаж—воздушное судно» в полете или выход условий эксплуатации за пределы допустимых.

В хронологии развития отрицательного явления, которое завершается авиационным происшествием, в общем случае могут иметь место несколько причин, последовательно усложняющих ситуацию, и в конечном счете, приводящих к авиационному происшествию:

- усложнение условий полета;
- возникновение сложной ситуации;



Рис. 3

Схема формирования ситуации

— переход сложной ситуации в аварийную (катастрофическую).

— переход аварийной ситуации в катастрофическую.

По отношению к авиационному происшествию могут быть выделены: первичная, главная и непосредственная причины.

Первичной является причина (или группа причин), вызывающая сложную ситуацию.

Главная — это та причина, которая в данной ситуации делает авиационное происшествие практически неизбежным.

В случае аварии — это причина перехода сложной ситуации в аварийную, в случае катастрофы — это причина перехода аварийной ситуации в катастрофическую.

Непосредственной причиной авиационного происшествия является та, которая прямо влечет за собой разрушение воздушного судна и (или) гибель людей, находящихся на его борту с целью полета.

Группирование предпосылок к авиационным происшествиям при изложенном подходе осуществляется согласно схеме формирования ситуации (рис. 3), сложность которой будет определяться комплексом показателей, характеризующих: функциональную эффективность системы «экипаж — воздушное судно», положение воздушного судна в пространстве, движение воздушного судна в пространстве, внешние условия, эффективность функционирования внешних по отношению к системе элементов, взаимосвязанных с ней в процессе выполнения полета.

Группирование причин осуществляется по элементам авиационной транспортной системы.

ПРЕДПОСЫЛКИ К АВИАЦИОННЫМ ПРОИСШЕСТВИЯМ

Группа 1. Снижение функциональной эффективности экипажа ниже допустимого уровня:

- выход из строя командира воздушного судна;
- выход из строя второго пилота;
- выход из строя бортинженера (бортмеханика);
- выход из строя штурмана.

Группа 2. Возникновение в полете отказов авиатехники, приводящих к особой ситуации (сложной, аварийной), применительно к конкретным типам воздушных судов.

Группа 3. Выход за пределы эксплуатационных ограничений, установленных эксплуатационной документацией.

Группа 4. Выход параметров положения воздушного судна в пространстве за установленные ограничения:

- приземление вне ВПП;
- выкатывание за пределы ВПП;
- отклонение от установленной схемы полета;
- отклонение от трассы (маршрута) полета;

- отклонение от заданной высоты полета;
- вынужденная посадка на аэродроме;
- вынужденная посадка вне аэродрома;
- опасное сближение с наземным искусственным препятствием;
- опасное сближение с наземным естественным препятствием;
- столкновение с наземным искусственным препятствием;
- столкновение с наземным естественным препятствием;
- столкновение с землей;
- капотирование;
- опрокидывание;
- опасное сближение воздушных судов в воздухе;
- столкновение воздушных судов в воздухе.

Группа 5. Выход внешних условий за установленные ограничения:

- выход параметров состояния внешней среды за пределы допустимых для эксплуатации;
- превышение допустимой для эксплуатации интенсивности активных воздействий внешней среды;
- взлет с неподготовленную ВПП;
- посадка на неподготовленную ВПП;
- выход состояния погоды за установленный минимум командира воздушного судна;
- выход состояния погоды за установленный минимум воздушного судна для взлета и посадки;
- выход состояния погоды за установленный минимум аэродрома.

Группа 6. Внешние активные воздействия:

- столкновение с птицей (птицами);
- столкновение с инородным в атмосфере телом;
- попадание в зону интенсивной турбулентности;
- электрический разряд в воздушное судно;
- интенсивное обледенение.

Группа 7. Особые события:

- вылет в неполном составе экипажа;
- вылет при отсутствии прогноза;
- вылет с просроченным прогнозом;
- потеря навигационной ориентации;
- потеря пространственной ориентировки;
- потеря радиосвязи;
- использование воздушного судна в личных целях;
- самовольный провоз граждан;

- самовольная посадка;
- воздушное хулиганство;
- пожар на воздушном судне;
- взрыв на воздушном судне.

Примечание. Перечень отказов (группа 2) и количественные показатели эксплуатационных ограничений (группа 3 и соответствующие подпункты группы 4 и 5) устанавливаются для каждого типа воздушного судна в соответствии с действующей эксплуатационной документацией.

Отнесение событий к предпосылкам к авиационным происшествиям осуществляется в соответствии со специальными перечнями, представленными в приложениях для каждого типа воздушного судна.

ПРИЧИНЫ АВИАЦИОННЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ, ПРЕДПОСЫЛОК К НИМ (ИНЦИДЕНТОВ), ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ И ПОВРЕЖДЕНИЙ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ НА ЗЕМЛЕ

Группа 1. Неудовлетворительное управление летной деятельностью:

- низкий уровень документации, регламентирующей подготовку и выполнение полетов;
- низкий уровень документации, регламентирующей подготовку и эксплуатацию воздушного судна;
- неудовлетворительное нормирование летной деятельности;
- неудовлетворительное нормирование допуска к полетам в установленных условиях;
- неудовлетворительное нормирование допуска к полетам установленного вида (назначения).

Группа 2. Неудовлетворительная организация летной работы:

- нарушение нормативов летной деятельности;
- нарушение нормативов допуска к полетам в установленных условиях;
- нарушение нормативов допуска к полетам установленного вида (назначения);
- неудовлетворительное формирование экипажей;
- неудовлетворительная организация предварительной подготовки экипажей;
- неудовлетворительная организация предполетной подготовки экипажей;
- неудовлетворительное планирование полетов;
- неудовлетворительная организация полетов;
- неудовлетворительный контроль и анализ деятельности экипажей.

Группа 3. Низкий профессиональный уровень экипажа:

- низкий уровень командира воздушного судна как руководителя экипажа;

- неудовлетворительная подготовка по пилотированию воздушного судна в рассматриваемых условиях;
- неудовлетворительная подготовка по навигации в рассматриваемых условиях;
- неудовлетворительная подготовка по эксплуатации систем воздушного судна в рассматриваемых условиях;
- неудовлетворительная подготовка по ведению связи в рассматриваемых условиях.

Группа 4. Психофизиологическое воздействие (проявление) в полете:

- внезапное заболевание (проявление заболевания) в полете;
- физическая травма;
- психологический стресс;
- температурный стресс;
- гипоксия;
- переутомление;
- алкогольное опьянение;
- наркотическое опьянение;
- отравление;
- десинхронизация суточного цикла;
- неблагоприятный биоритмический фактор.

Группа 5. Низкий уровень дисциплины специалистов, выполняющих и обеспечивающих полет:

- экипажа;
- специалистов управления воздушным движением;
- специалистов инженерно-авиационной службы;
- специалистов по организации перевозок;
- специалистов по горюче-смазочным материалам;
- специалистов метеослужбы;
- специалистов радиотехнического и светообеспечения;
- специалистов аэродромной службы;
- специалистов перронной механизации и спецавтотранспорта;
- специалистов охраны.

Группа 6. Конструктивно-производственные недостатки воздушного судна:

- планера;
- силовой установки;
- системы управления воздушным судном;
- взлетно-посадочных устройств;
- пилотажно-навигационного оборудования;
- радиотехнического оборудования;

- электротехнического оборудования;
- систем жизнеобеспечения и спасения;
- эргономические недостатки воздушного судна.

Группа 7. Неудовлетворительная техническая эксплуатация воздушного судна:

- неудовлетворительное обеспечение технической эксплуатации и текущего ремонта;
- неудовлетворительная организация технической эксплуатации и текущего ремонта;
- низкий профессиональный уровень специалистов по технической эксплуатации;
- неудовлетворительный ремонт на заводах ГА;
- неудовлетворительный ремонт на заводах Мин-авиапрома.

Группа 8. Неудовлетворительное управление воздушным движением:

- неудовлетворительная организация воздушных трасс и местных воздушных линий;
- неудовлетворительное разграничение зон и районов УВД;
- нерациональные рубежи передачи УВД;
- неудовлетворительное деление воздушного пространства в районе аэродрома (аэроузла);
- неудовлетворительная организация УВД;
- неудовлетворительная деятельность диспетчера.

Группа 9. Неудовлетворительное обеспечение полета:

- штурманское;
- аэронавигационное;
- метеорологическое;
- аэродромное;
- радиосветотехническое;
- медицинское;
- организации перевозок;
- режима и охраны воздушных судов;
- ГСМ.

Группа 10. Внешние активные воздействия:

- столкновение с одиночной птицей;
- столкновение со стаей птиц;
- столкновение с инородным в атмосфере телом;
- электрический разряд;
- опасный сдвиг ветра;
- интенсивная атмосферная турбулентность;
- спутный след;
- интенсивное обледенение;
- террористическая акция.

Группа 11. Неустановленные причины:

- неустановленная причина, связанная с экипажем;
- неустановленная причина, связанная с воздушным судном;
- установленная причина.

Примечание. Другие причины, не вошедшие в перечень, классифицируются по соответствующим подгруппам вышеперечисленных групп. При определении причины события указываются все выявленные группы и подгруппы. Если выявленные при расследовании причины невозможно отнести ни к одной из перечисленных подгрупп, то указывается группа и вид события.

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОФИЛАКТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

3.1. Системная совокупность профилактических работ

Подходя к формированию направлений работ с позиций авиационной системы, их совокупность можно представить в виде двух множеств:

- работы изготовителя;
- работы эксплуатанта.

На рис. 4 такая совокупность представлена в развернутом виде применительно к эксплуатанту. Работы формируются по элементам авиационной системы с учетом их взаимосвязей (на рисунке они показаны пунктиром).

С позиций теории управления эта деятельность может быть представлена как управление эффективностью процесса (рис. 5).

Известно, что управление процессом осуществляется на основании информации о процессе, которая формируется в элементах обратной связи. Эффективность процесса управления определяется, таким образом, эффективностью получения информации о процессе и эффективностью корректирующих мер. Поскольку реальные системы управления производственными процессами обладают инерционностью и с момента установления факта отрицательных отклонений в управляемом процессе до момента устранения этих отклонений может пройти достаточно большой промежуток времени, то в общем случае принципиально возможным становится даже колебательный режим в процессе, чередующийся подъемами и спадами.

Такой режим может быть исключен путем формирования управляющих воздействий с учетом не только величины установленного отклонения, но и тенденции его изменения (см. рис. 5).

Рассматривая процесс летной эксплуатации, получим, что его инерционность определяется продолжительностью всех стадий управленческой деятельности

$$T_{\Sigma} = \sum_i \tau_i.$$

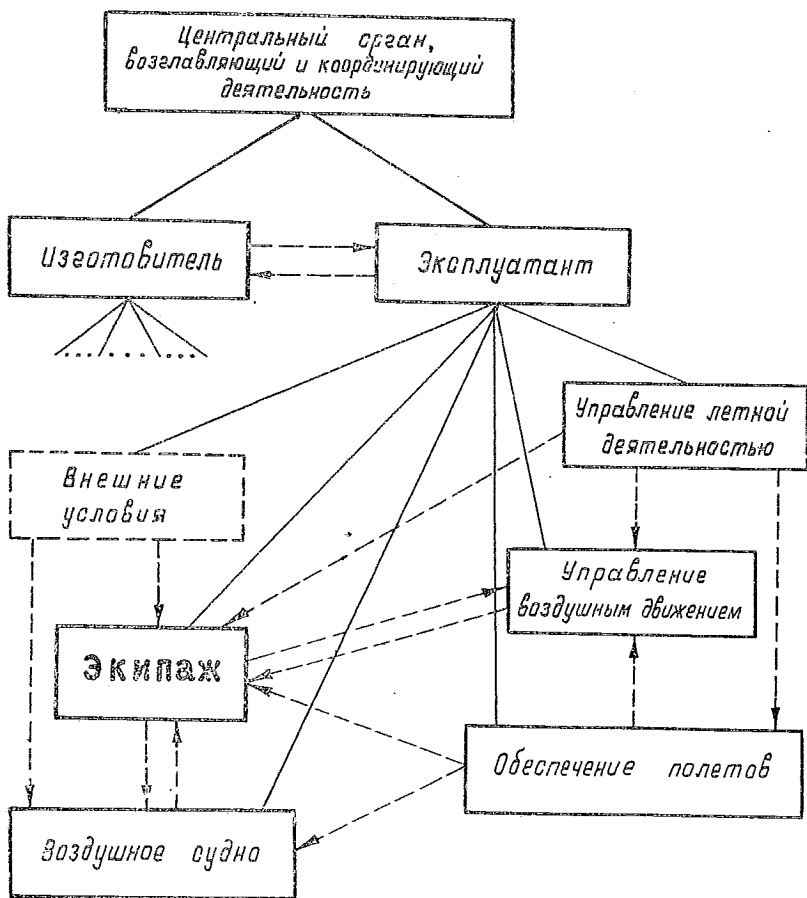


Рис. 4

Направление работ по предотвращению авиационных происшествий

При этом процесс обладает тем большей инерционностью, чем выше уровень системы. Минимальной инерционностью обладает уровень экипажа, максимальной — уровень отрасли.

3.2. Выявление опасности

На стадии выявления опасности основополагающее значение имеет эффективность источников информации, которыми могут быть:

— инструментально регистрируемые данные, полученные с помощью бортовых и наземных систем регистрации полетных данных;

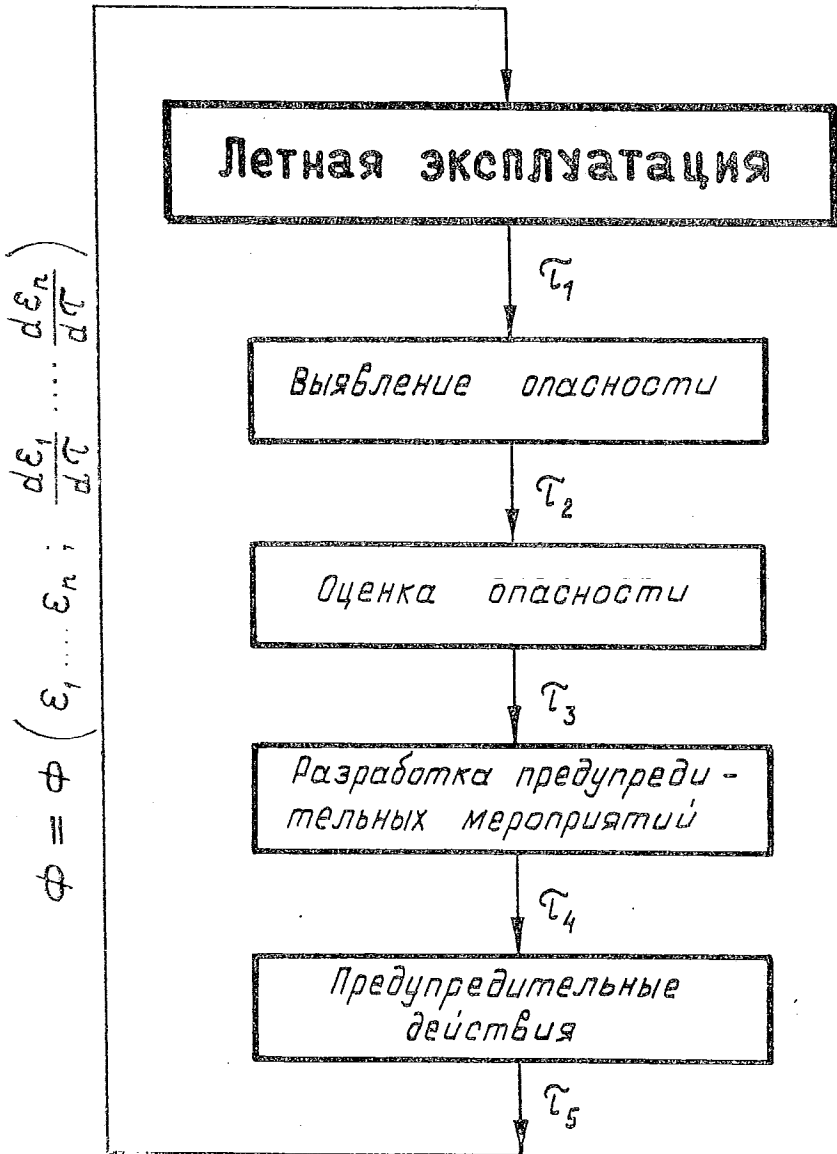


Рис. 5

Выявление опасности и предупредительные мероприятия:
 ε_i — отклонение от нормы по i -му показателю

- результаты контрольных проверок;
- анализы системы профессионального отбора и подготовки авиационных специалистов;
- результаты расследований авиационных происшествий и предпосылок к ним;
- анализы безопасности полетов;
- текущая отчетность о проектно-производственных и эксплуатационных недостатках воздушных судов, систем УВД и обеспечения полета;
- частные сообщения;
- данные АСУ «Безопасность»;
- данные системы ADREP;
- данные международного обмена информацией по безопасности полетов.

Обобщая отечественный и зарубежный подходы к предотвращению авиационных происшествий, можно представить совокупность видов деятельности, основа которых выявление опасности (рис. 6), и систему анализов (рис. 7), предусматривающую несколько уровней.

Наиболее тонким, выявляющим минимальные отклонения от нормальной деятельности и обладающим самой ранней профилактической действенностью, является оперативный анализ деятельности экипажа — детальный анализ каждого полета.

Оперативный и долгосрочный анализы на уровне системы «экипаж — воздушное судно» (см. рис. 7) в совокупности обеспечивают выявление отклонений от нормы, их тенденций на уровне этой системы и причин.

Эффективно поставленный оперативный анализ полетной информации обладает значительными потенциальными возможностями предотвращения авиационных происшествий. Рассматривая его применительно к деятельности экипажа [34], можно выделить главное:

1. Оперативные данные о полете дают возможность быстро выявить неэффективные приемы или неправильные действия членов экипажа в полете и тем самым предотвратить их повторение и развитие вредных привычек.

2. Наряду с контрольными функциями оперативный анализ открывает возможность изучения полета непосредственно самим экипажем с привлечением объективных данных. Тем самым повышается эффективность обучения в процессе профессиональной деятельности.

3. Повсеместно введенный оперативный анализ, делая практически все полеты контрольными, может значительно сократить проведение плановых проверок экипажей.

4. Результаты анализа являются основой оперативного управления и краткосрочного прогноза эффективности летной деятельности экипажа.

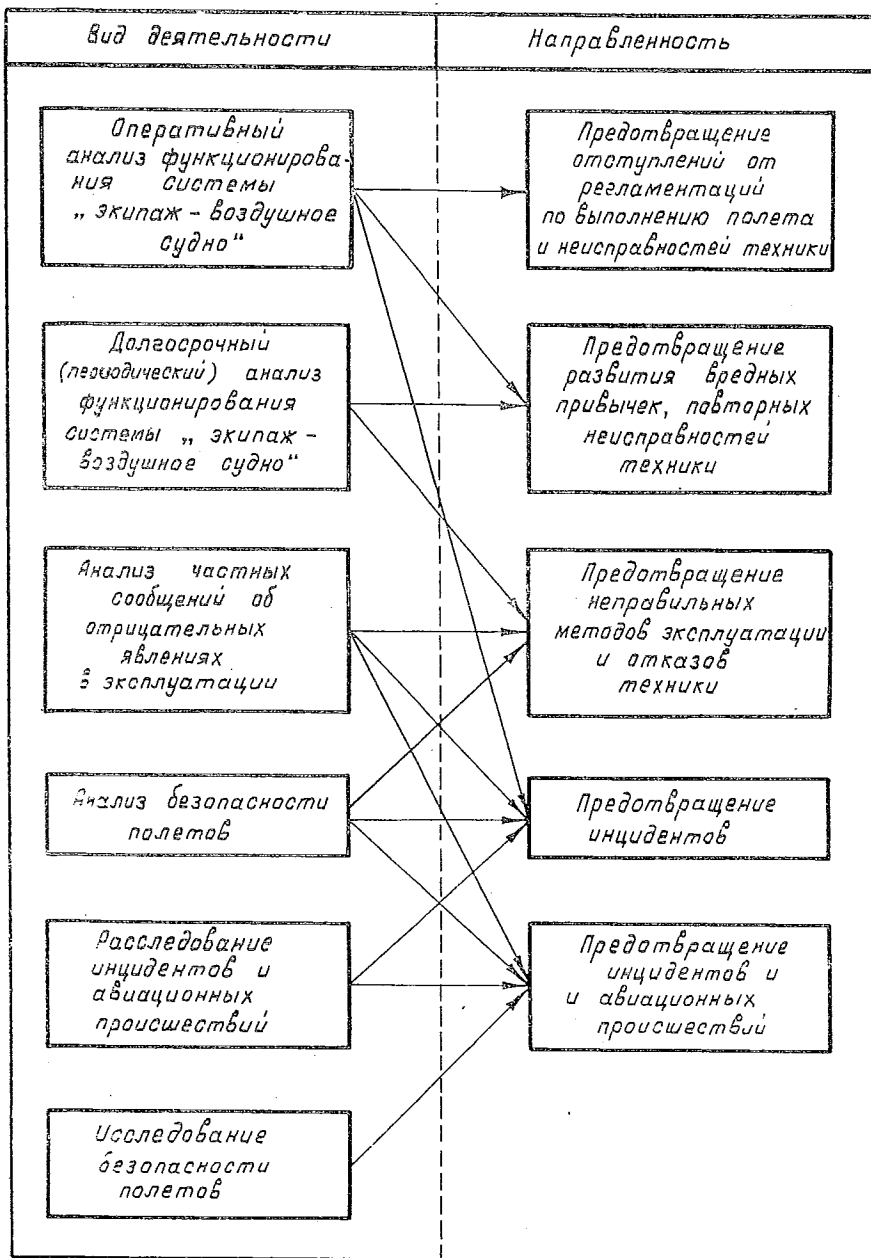


Рис. 6

Виды профилактической деятельности и их основная направленность

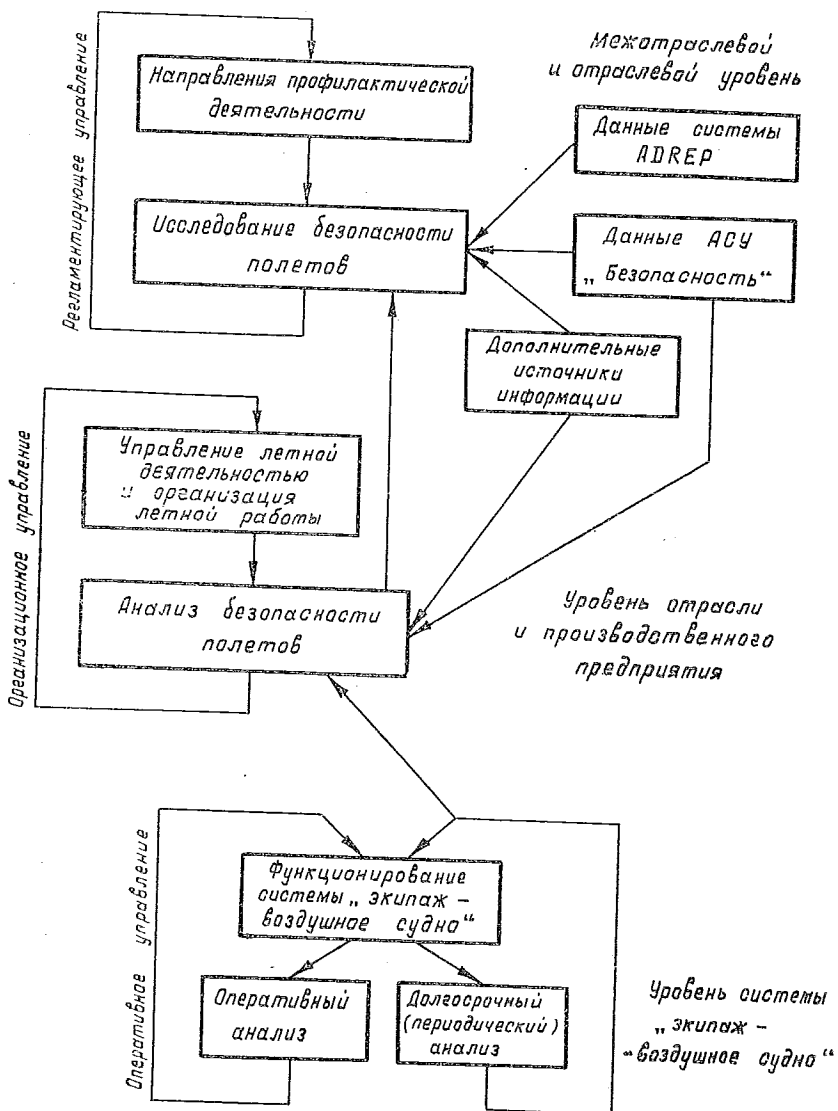


Рис. 7
Уровни анализов

5. Оперативный анализ функционального состояния систем (узлов, агрегатов) может служить методом диагностики их технического состояния.

Долгосрочный (периодический) анализ динамики изменения показателей функциональной эффективности экипажа и их взаимосвязи с условиями деятельности направлен на выявление тенденций в деятельности экипажа.

Долгосрочный анализ дает возможность:

— выявить неправильные или нерациональные методы эксплуатации воздушного судна;

— уточнить допустимые условия эксплуатации;

— установить (уточнить) нормативные значения показателей функциональной эффективности экипажей во взаимосвязи с условиями деятельности;

— установить эксплуатационные недостатки воздушного судна;

— осуществить строго индивидуальный подход к подготовке экипажей;

— подойти к долгосрочному прогнозированию функциональной эффективности экипажа.

Анализ безопасности полетов на уровне производственных подразделений и, как обобщение, — на уровне отрасли может служить инструментом выявления тенденций изменения показателей безопасности и их причин. Это, в свою очередь, может служить основанием для разработки рекомендаций по устранению отрицательных явлений в практике летной эксплуатации.

Исследование безопасности полетов является наиболее разносторонним и полным изучением проблемы с привлечением данных из смежных отраслей, АСУ «Безопасность», системы ADREP и материалов международного обмена по безопасности полетов.

3.3. Оценка опасности

При обнаружении отрицательного явления (фактора) необходимо установить количественные характеристики его влияния на показатели эксплуатационной надежности и безопасности полетов.

При оценке могут быть использованы аналитические, экспериментальные и практические методы (статистическая обработка, аналитическое моделирование, корреляционный анализ, лабораторный эксперимент, эксперимент на тренажерах воздушных судов и УВД, практические проверки и др.), с помощью которых осуществляются:

— сбор и систематизация соответствующих данных;

— выявление тенденций и проблем;

— оценка относительного влияния отрицательных факторов на эксплуатационную надежность и безопасность полетов;

— оценка корреляционных связей между установленным явлением и взаимосвязанными факторами;

— оценка частоты возникновения особых ситуаций из-за выявленного отрицательного фактора;

— оценка опасности выявленного фактора — вероятности завершения особой ситуации авиационным происшествием.

Количественное представление статистических данных подразумевает использование показателей безопасности полетов. Некоторые из них, хотя и используются в широком масштабе, тем не менее не могут рассматриваться как совершенные.

Наиболее простыми, но плохо отражающими какие-либо стороны функционирования авиационной системы, являются абсолютные показатели: количество предпосылок, авиационных происшествий различной тяжести, число погибших пассажиров и членов экипажа за определенный промежуток времени. Более универсальными являются относительные показатели, в которых количество событий дается на определенный объем наработки или выполненных работ: налет, число перевезенных пассажиров и т. д.

Обобщенно такой показатель можно представить в виде

$$K_{ij} = \frac{n_{ij}}{L_j},$$

где K_{ij} — относительный показатель (коэффициент) безопасности;

n_{ij} — число событий (отказов, предпосылок, происшествий);

L_j — наработка (объем работ);

« i » — индекс вида события;

« j » — индекс типа воздушного судна.

В качестве показателей безопасности полетов при регулярных воздушных сообщениях всеми странами — членами ИКАО в основном используются коэффициенты, характеризующие:

Количество катастроф на 100 миллионов километров налета

$$K_1 = \frac{n_{\text{кат}}}{L_1} 10^8,$$

где $n_{\text{кат}}$ — количество катастроф за анализируемый период;

L_1 — налет в километрах за тот же период.

Количество катастроф на 100 000 часов налета

$$K_2 = \frac{n_{\text{кат}}}{L_2} 10^5,$$

где L_2 — налет в часах за анализируемый период.

Количество катастроф на 100 000 полетов

$$K_3 = \frac{n_{\text{кат}}}{L_3} 10^5,$$

где L_3 — количество полетов за анализируемый период.

Число погибших пассажиров на миллион перевезенных

$$K_4 = \frac{l}{L_4} 10^6,$$

где l — число погибших пассажиров за анализируемый период;
 L_4 — число перевезенных пассажиров за тот же период.

Число погибших пассажиров на 100 миллионов пассажиро-километров перевозок

$$K_5 = \frac{l}{L_5} 10^8,$$

где L_5 — объем перевозок в пассажиро-километрах за анализируемый период.

Отдельными странами используется индекс потерь, который представляет некоторую численную характеристику, учитывающую не только погибших, как это имеет место в общепринятых показателях, но и раненых [35].

Данные [34, 36] свидетельствуют о целесообразности использования наряду с общими этапных показателей безопасности полетов.

Разбиение полета на этапы, осуществляемое в общем случае по-разному, в зависимости от конкретных задач, в данном случае требует строгого упорядочения. В основу может быть положена специфика деятельности экипажа, движения воздушного судна и привязки траектории к ВПП.

Такое разбиение полета на этапы для самолета с учетом Норм летной годности, выполненное в работе [34] в целях оперативного анализа надежности деятельности экипажа, может быть принято и для анализов безопасности. Однако в принятую схему целесообразно внести изменение. Полет по маршруту является рабочим этапом транспортного полета — его самоцелью. Другие виды применения авиации имеют другое назначение участка полета между взлетом и посадкой. Поэтому более целесообразно называть его «рабочий этап».

Вместе с этим целесообразно несколько изменить границы этого этапа таким образом, чтобы более строго учитывалась специфика деятельности экипажа (рис. 8, 9).

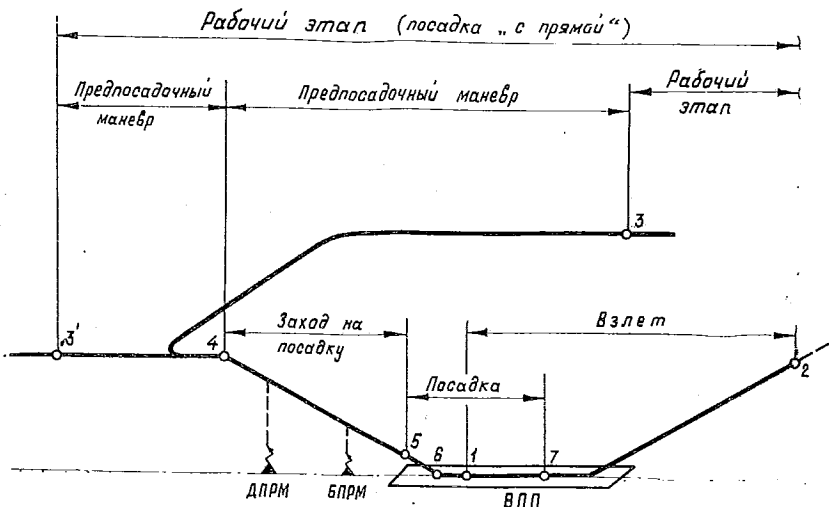


Рис. 8

Этапы полета самолета:

- 1 — начало разбега; 2 — окончание перехода взлетной конфигурации самолета в полетную;
- 3 — начало изменения полетной конфигурации на посадочную (или вход в зону аэропорта);
- 4 — точка входа в глиссаду;
- 5 — пролет входного торца ВПП; 6 — приземление;
- 7 — окончание пробега

Подход к построению показателей безопасности полетов, которые были бы более емкими и лучше характеризовали текущее состояние, может базироваться на общей теории надежности, располагающей достаточно развитым аналитическим аппаратом. Рассматривая любое неблагоприятное событие в полете как «отказ», можно записать основные показатели надежности. Вероятность успешного выполнения полета

$$P = \frac{N}{N_0},$$

где N — количество безотказных полетов;

N_0 — общее количество полетов за анализируемый период.

Вероятность неблагоприятного события равна:

$$Q = \frac{n}{N_0}.$$

где n — количество полетов за анализируемый период, в которых имели место неблагоприятные события рассматриваемой тяжести.

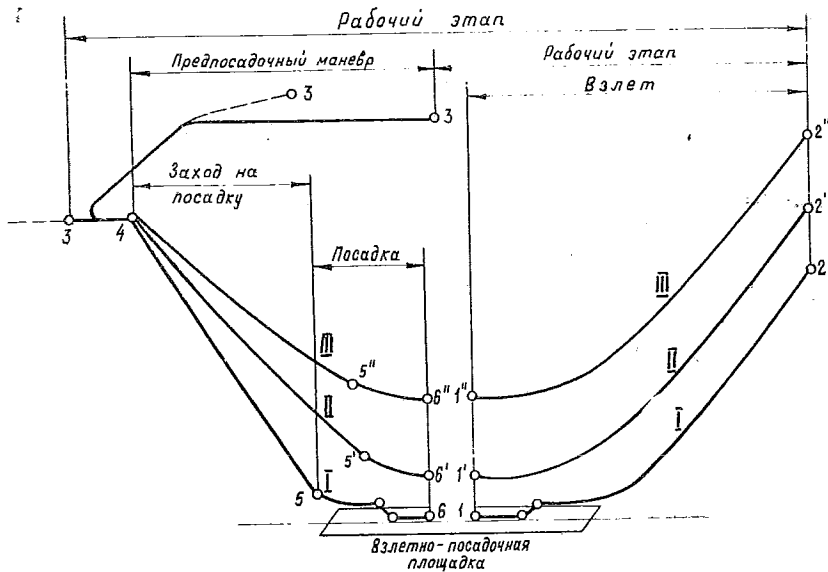


Рис. 9

Этапы полета вертолета:

- I* — начало движения на взлете; 2 — достижение высоты 100 м;
 3 — вход в зону аэродрома; 4 — точка входа в глиссаду;
 5 — начало выравнивания; 6 — окончание движения при посадке;
I — взлет—посадка по-самолетному; *II* — взлет—посадка по-вертолетному
 в зоне влияния воздушной подушки;
III — взлет—посадка по-вертолетному вне зоны
 влияния воздушной подушки

Интенсивность событий можно представить выражением:

$$\lambda = \frac{n}{N_0 T} .$$

При этом в качестве объекта исследования выступает полет, а в качестве отказов рассматриваются неблагоприятные события, имевшие место в полете. Такими событиями, учитывая градацию их тяжести, могут быть:

- отказы и выходы за ограничения, не квалифицируемые как предпосылки к авиационным происшествиям;
- предпосылки к авиационным происшествиям;
- поломки;
- аварии;
- катастрофы.

Учитывая, что специфика полетов, деятельности экипажа, технического обслуживания и обеспечения полета определяется

типом воздушного судна, в качестве основных будут выступать показатели безопасности, полученные для конкретных типов воздушных судов.

Наряду с указанным показателем общей теории надежности целесообразно использование «удельной интенсивности неблагоприятных событий», учитывающей интенсивность полетов [37].

Под интенсивностью полетов понимается количественная характеристика, отражающая соотношение между количеством полетов и летным временем, с одной стороны, и длительностью периода, в течение которого выполнялись эти полеты, — с другой стороны, с учетом фактического количества воздушных судов, выполнявших полеты.

Интенсивность полетов представляется двумя составляющими, имеющими ясный физический смысл,

$$I_{BC} = I_N I_T.$$

Здесь I_N — показатель, характеризующий среднее количество полетов, выполненных одним воздушным судном рассматриваемого типа в единицу времени анализируемого периода:

$$I_N = \frac{N_0}{\tau_{ан} N_{BC}}, \quad (3.1)$$

N_0 — количество полетов за анализируемый период;

$\tau_{ан}$ — длительность анализируемого периода;

N_{BC} — количество воздушных судов, фактически выполнявших полеты;

I_T — показатель, характеризующий средний налет на одно воздушное судно рассматриваемого типа, в единицу времени анализируемого периода

$$I_T = \frac{T}{\tau_{ан} N_{BC}}, \quad (3.2)$$

где T — суммарный налет на воздушных судах рассматриваемого типа за анализируемый период.

Тогда интенсивность полетов рассматриваемого типа воздушного судна с учетом (3.1) и (3.2) примет вид:

$$I_{BC} = \frac{N_0 T}{\tau_{ан}^2 N_{BC}^2}$$

Удельная интенсивность неблагоприятных событий имеет вид:

$$\lambda = \frac{\lambda}{I} = \frac{\tau_{ан}^2 N_{BC}^2}{N_0 T^2} n.$$

Этот показатель может быть представлен для отдельных этапов полета, для всего полета, а также в виде осредненной характеристики для всего парка воздушных судов.

При оценке опасности неблагоприятных событий в полете могут быть использованы два показателя: вероятность события и его тяжесть.

Вероятность неблагоприятного события может быть представлена в виде отношения

$$Q_{в_i} = \frac{n_i}{N_0},$$

где n_i — количество полетов, в которых имело место i -е событие.

Тяжесть события — это вероятность его завершения авиационным происшествием

$$Q_{а.п_i} = \frac{n_{а.п_i}}{n_i},$$

где $n_{а.п_i}$ — количество авиационных происшествий, которыми завершились i -е события за рассматриваемый период.

Тогда опасность i -го события запишется в виде:

$$Q_i = Q_{в_i} \cdot Q_{а.п_i}.$$

Практика свидетельствует, что зачастую неблагоприятное событие — это результат сочетания ряда неблагоприятных факторов. В этом случае опасность особой ситуации характеризует вероятность авиационного происшествия при таком сочетании. Поскольку особая ситуация в общем случае определяется комплексом одновременных отказов подсистем авиационной системы и выходом условий эксплуатации за границы ожидаемых, то ее вероятность возникновения при условии независимости событий может быть представлена в виде

$$Q_{в_i} = \prod_{(j)} Q_j \prod_{(n)} Q_n,$$

где Q_j — вероятность отказа j -го вида;

Q_n — вероятность выхода n -го внесистемного фактора за границы допустимых значений.

Тогда опасность i -го события примет вид

$$Q_i = \left[\prod_{(j)} Q_j \prod_{(n)} Q_n \right] Q_{а.п_i}.$$

Произведение в скобках характеризует вероятность определенного сочетания одновременных отказов и выхода внесистемных факторов за установленные ограничения.

Все входящие в это выражение величины определимы по данным статистики летной эксплуатации. Принципиально опасность неблагоприятного события определима непосредственно из статистики

$$Q_i = \frac{n_i}{N_0},$$

где n_i — количество авиационных происшествий, которыми завершились i -е события.

Однако целесообразность представления именно двух составляющих этой величины Q_v и $Q_{a.n}$ несомненна.

Первая может выступать как комплексная характеристика процесса эксплуатации, динамика изменения которой будет показывать тенденцию развития его эффективности.

Вторая может служить характеристикой возможности экипажа успешно справиться с подобной ситуацией. Динамика ее изменения будет показывать эффективность мер, направленных на снижение тяжести подобной ситуации.

Аналитические оценки с использованием вероятностных методов [38, 39] принципиально позволяют с единых позиций количественно представить влияние на исход полета различных отрицательных факторов (отказы техники, опасные внешние воздействия и др.), хотя практически полезные результаты подобных оценок пока неизвестны.

Среди аналитических методов значительно большими возможностями обладает динамическое моделирование, при котором рассматривается управляемое движение воздушного судна с учетом внутренних и внешних возмущений. Это дает возможность количественного прогноза поведения системы при различных неблагоприятных событиях.

Совокупность статистических данных за некоторый период позволяет установить тенденцию изменения состояния надежности (безопасности) полетов.

Под тенденцией изменения i -го показателя надежности (безопасности) полетов понимается величина

$$T = - \frac{d\bar{K}_i}{d\tau},$$

где \bar{K}_i — базовое значение показателя, установлено по данным за несколько анализируемых периодов.

Отклонением от базовой величины является разность

$$\Delta K_i = \bar{K}_i - K_i.$$

Тенденция характеризует влияние длительно действующих факторов, а отклонение от базовой величины — факторов, действующих кратковременно. Соответственно первые могут рассматриваться как регулярные воздействия, а вторые — как случайные.

3.4. Предупредительные мероприятия

Обратная связь в системе профилактики авиационных инцидентов и происшествий замыкается на проведении в жизнь предупредительных мероприятий по выявлению опасности. Вид пре-

дупредительных мероприятий и пути их реализации будут носить индивидуальный характер в зависимости от вида и степени опасности.

Разработка предупредительных мер направлена на получение соответствующих рекомендаций по устранению отрицательного явления (фактора) или сведения к минимуму частоты его проявления.

При этом предусматривается:

- разработка программ предупредительных мероприятий;
- разработка частных рекомендаций;
- оценка альтернативных корректирующих мер;
- разработка информационного материала;
- предварительная оценка эффективности предупредительных мероприятий.

Предупредительные действия направлены на реализацию разработанных мероприятий по предотвращению отрицательного влияния установленного явления (фактора).

Комплекс предупредительных действий может быть различным в зависимости от конкретного случая: опасности явления, масштабов его влияния и т. д. В общем случае предупредительными действиями могут быть:

- выполнение комплексной программы предотвращения авиационных происшествий;
- корректировка нормативной и регламентирующей документации;
- корректировка обратных связей в существующей системе регламентаций;
- распространение информации: общее; выборочное; по категориям пользователей.

3.5. Анализ безопасности полетов

Рассматривая последовательную совокупность работ профилактической направленности (см. рис. 5), можно предусмотреть организационное совмещение всех ее стадий, реализация которых будет осуществляться в рамках анализа безопасности полетов [40].

Исходными данными для анализа являются статистические материалы за анализируемый период, характеризующие результаты деятельности и условия, в которых работа выполнялась.

В первую группу исходных данных войдут количественные сведения о наработке (объеме выполненных работ) и о неблагоприятных событиях, имевших место в процессе эксплуатации; предпосылках к авиационным происшествиям и происшествиях. Эти сведения по типам воздушных судов могут быть количественно представлены тремя первичными и одной производной подгруппами:

- налет;
- количество полетов;
- количество неблагоприятных событий по всем градациям тяжести;
- интенсивность полетов.

Вторая группа охватывает данные, характеризующие условия эксплуатации:

- вид полетов (выполняемых работ);
- сложность внешних условий;
- эффективность управления летной деятельностью;
- эффективность организации летной работы;
- эффективность управления воздушным движением;
- эффективность обеспечения полетов.

Сложность количественного представления условий эксплуатации определяется как минимум двумя обстоятельствами: они непостоянны в течение анализируемого периода и многие из них пока просто не подвержены количественному представлению.

Структура анализа предусматривает выявление опасности, ее оценку и предложение корректирующих мероприятий.

Выявление опасности подразумевает установление областей многомерного пространства, наиболее подверженных неблагоприятным событиям.

Количественное представление безопасности полетов может быть осуществлено с использованием одного, наиболее емкого показателя λ или Λ .

При выявлении опасности целесообразно рассматривать ряд двумерных подпространств, имеющих важное самостоятельное значение. Принципиально представимо большое число подпространств, но в качестве основных могут быть выделены сравнительно немногие. При этом, учитывая, что неблагоприятность событий рассматривается относительно системы «экипаж — воздушное судно», непосредственно выполняющей полет, в качестве одной из координат всегда будет выступать тип воздушного судна.

Интенсивность или удельная интенсивность неблагоприятных событий всех градаций тяжести может рассматриваться в координатах:

- Тип ВС — событие;
- Тип ВС — вид предпосылки;
- Тип ВС — причина события;
- Тип ВС — этап полета;
- Тип ВС — время (месяц) года;
- Тип ВС — вид применения;
- Тип ВС — управление (РПО)ГА.

Оценка опасности предусматривает два направления деятельности:

— установление степени опасности предпосылок, имевших место за анализируемый период;

— установление степени опасности причин, вызвавших авиационное происшествие.

В первом случае возможен рассмотренный выше подход: оценка вероятностей события данного вида и его завершения авиационным происшествием. Практически это может осуществляться различными путями: анализом статистики, аналитическим методом, тренажерными и лабораторными исследованиями, экспертными оценками.

Второй случай значительно сложнее и требует индивидуального подхода, хотя при этом также возможны перечисленные методы.

Результаты оценки опасности могут быть представлены в координатах:

Тип ВС — вид предпосылки;

Тип ВС — причина.

Этап разработки корректирующих мероприятий является наиболее сложным и менее изученным, до настоящего времени характеризующимся чисто эмпирическим подходом.

Естественным аргументом, в функции которого рассматриваются показатели безопасности, является время. Этот традиционный подход полезен и в дальнейшем в том плане, что позволяет выявить тенденции изменения уровня безопасности и осуществить поиск причин выявленных тенденций.

Таким образом, анализ направлен на выявление длительно действующих причин, которые по отношению к анализируемому периоду могут рассматриваться как систематические (причины тенденций), и случайных, длительность действия которых соизмерима с продолжительностью анализируемого периода.

Анализы всех уровней, являющиеся наиболее действенными путями выявления отклонений от нормы, требуют организационного и методического совершенствования. Ниже приводится ориентировочная структура анализа безопасности полетов.

ПОДХОД К АНАЛИЗУ БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЕТОВ

1. Общие положения

- 1.1. Анализ безопасности полетов направлен на выявление неблагоприятных случаев в практике летной эксплуатации, оценку их опасности и разработку мероприятий по их устранению.
- 1.2. Анализ состоит из двух частей. Первая часть представляет собой статистическую обработку данных за анализируемый период, выполняемую по установленной схеме на базе АСУ

«Безопасность». Конечная форма статистической обработки данных единообразна для всех уровней авиационной системы.

Вторая часть предусматривает работу со статистическими материалами по элементам авиационной системы:

- управлению летной деятельностью,
- организации летной работы,
- экипажу,
- воздушному судну,
- обеспечению полетов,
- внешним условиям.

Эта работа проводится специалистами соответствующего профиля и завершается представлением рекомендаций по устранению выявленных недостатков.

1.3. Периодичность анализа устанавливается:

- для предприятий гражданской авиации — ежеквартально;
- для управлений (РПО) ГА — полугодовой и годовой анализы;
- для отрасли — годовой анализ.

2. Статистическая обработка данных

2.1. Абсолютные показатели за анализируемый период представляются по типам воздушных судов четырьмя первичными и двумя производными группами:

- налет (в часах);
- количество взлетов — посадок;
- среднее количество воздушных судов рассматриваемого типа, фактически выполнявших полеты;
- количество неблагоприятных событий в полете (по всем градациям тяжести: катастрофы, аварии, предпосылки);
- средний за анализируемый период коэффициент использования воздушных судов;
- интенсивность полетов.

Все показатели представляются в координатах

Тип ВС — управление (РПО) ГА.

Средний за анализируемый период коэффициент использования воздушных судов определяется как отношение

$$K_{\text{ВС}} = \frac{m}{m_{\text{спис}}},$$

где m — среднее количество воздушных судов данного типа, фактически выполнявших полеты в течение анализируемого периода,

$m_{\text{спис}}$ — списочное количество воздушных судов данного типа.

Интенсивность полетов определяется из выражения

$$I_{\text{вс}} = \frac{NT}{\tau^2 m^2},$$

где N и T — количество взлетов — посадок и налет на данном типе воздушных судов за анализируемый период,
 τ — длительность анализируемого периода в часах,
 m — количество воздушных судов данного типа, фактически выполнявших полеты.

2.2. Показатели надежности процесса эксплуатации представляются отдельно по авиационным происшествиям и предпосылкам.

В качестве показателя надежности используется интенсивность или удельная интенсивность неблагоприятных событий:

$$\lambda = \frac{n}{NT} \quad \text{или} \quad \Lambda_{\text{вс}} = \frac{\tau^2 m^2}{N^2 T^2} n,$$

где N и T — количество взлетов — посадок и налет на данном типе воздушного судна за анализируемый период;

τ — длительность анализируемого периода;

m — среднее количество воздушных судов, фактически выполнявших полеты;

n — количество неблагоприятных событий рассматриваемой тяжести.

Удельная интенсивность авиационных происшествий представляется в координатах:

Тип ВС — управление (РПО) ГА,

Тип ВС — причина происшествия,

Тип ВС — этап полета,

Тип ВС — время (месяц) года.

Удельная интенсивность предпосылок к авиационным происшествиям представляется в координатах:

Тип ВС — управление (РПО) ГА,

Тип ВС — вид предпосылки,

Тип ВС — причина предпосылки,

Тип ВС — этап полета,

Тип ВС — время (месяц) года,

Тип ВС — вид применения.

2.3. Выявление опасности предусматривает установление по типам воздушных судов:

— причин авиационных происшествий,

— наиболее частых видов предпосылок к авиационным происшествиям,

— основных причин предпосылок.

2.4. Выявление тенденции изменения показателя надежности процесса эксплуатации производится по типам воздушных судов.

Тенденция устанавливается по данным пяти лет эксплуатации:

$$T = - \frac{d\bar{\Lambda}(\tau)}{d\tau},$$

где $\bar{\Lambda}(\tau)$ — среднее значение удельной интенсивности авиационных происшествий (предпосылок, причин) как функция-времени за пятилетний период.

2.5. Заключительная часть статистического анализа представляется в произвольной форме с указанием и объяснением:

- причин неполного использования парка воздушных судов,
- причин повышенной (низкой) интенсивности полетов,
- причин авиационных происшествий,
- причин чрезвычайных происшествий,
- причин наиболее часто повторяющихся предпосылок к авиационным происшествиям,
- предполагаемых причин отрицательных тенденций,
- наиболее высоких показателей надежности процесса эксплуатации по управлениям (РПО) и типам воздушных судов,
- наиболее низких показателей надежности процесса эксплуатации по управлениям (РПО) и типам воздушных судов.

3. Специальный анализ

- 3.1. Специальный анализ предусматривает любые формы анализа, вытекающие из условий и результатов процесса эксплуатации в изучаемом периоде, не предусмотренные предыдущими стандартными разделами.
- 3.2. Представление данных специального анализа произвольное. Обязательными являются: конкретность, установление (предположение) причины анализируемого события (явления).

4. Разработка рекомендаций по повышению надежности процесса эксплуатации

- 4.1. Рекомендации направляются на устранение (сведение к минимуму) отрицательных явлений, имеющих наибольшую опасность.
- 4.2. При разработке рекомендаций учитываются:
 - необходимость системности и комплексности действий в соответствии с рекомендациями,
 - возможность негативных проявлений в других элементах авиационной системы (на других стадиях процесса эксплуатации).

4.3. При разработке мероприятий предусматриваются:

- четкость и конкретность их существа,
- представление всех факторов, вызывающих необходимость предлагаемых мероприятий,
- изложение и обоснование ожидаемого эффекта,
- обоснование технической возможности реализации предлагаемых мероприятий,
- оценку затрат времени на реализацию мероприятий,
- обоснование предлагаемых исполнителей.

5. Анализ эффективности предыдущих рекомендаций

При анализе эффективности предыдущих рекомендаций в конкретной форме представляются данные:

- степень выполнения рекомендаций,
- при выполнении мероприятий — их эффективность,
- при частичном отказе от рекомендаций (или полном невыполнении) — причина невыполнения (отказа), вероятные последствия невыполнения.

4. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОБРАТНЫХ СВЯЗЕЙ В АВИАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ

4.1. Общий подход

Укрупненно совокупность работ по предотвращению авиационных происшествий (см. рис. 5) можно представить в виде аналитической части и обратной связи, которой система замыкается. Первая должна обеспечить быстрое и четкое получение информации о функционировании системы на всех уровнях, вторая — реакцию на отклонения от нормы, выявленные анализом.

Аналитическая часть, предусматривая получение фактических данных за некоторый период эксплуатации, является более оперативной и гибкой.

Обратная связь представляет собой совокупность мероприятий по устранению выявленной опасности, поэтому она по своей природе инерционна. Для количественного суждения об ее эффективности необходим достаточно большой промежуток времени, как правило, соизмеримый с продолжительностью нескольких анализируемых периодов, что диктуется необходимостью исключить случайные воздействия, носящие кратковременный характер.

4.2. Количественная оценка эффективности обратной связи

Наиболее простым методом оценки эффективности обратной связи (мероприятий, рекомендованных при анализе) является сравнение данных текущего и предшествующего анализируемых

периодов. Для мероприятий, длительность действия которых значительно больше продолжительности анализируемого периода, сравнивается численное значение тенденции изменения показателя безопасности. В этом случае будем иметь:

для эффективных мероприятий

$$\left(\frac{d\bar{K}}{d\tau}\right)_n > \left(\frac{d\bar{K}}{d\tau}\right)_{n-1},$$

для неэффективных мероприятий

$$\left(\frac{d\bar{K}}{d\tau}\right)_n \approx \left(\frac{d\bar{K}}{d\tau}\right)_{n-1},$$

для мероприятий с отрицательной эффективностью

$$\left(\frac{d\bar{K}}{d\tau}\right)_n < \left(\frac{d\bar{K}}{d\tau}\right)_{n-1}.$$

Здесь индекс n соответствует анализируемому периоду, в течение которого выполнялись мероприятия, намеченные при анализе предыдущего периода $n-1$.

Для мероприятий кратковременного действия (продолжительность которых соизмерима с длительностью анализируемого периода) сравниваются отклонения показателя безопасности от базовой величины. При этом получим:

для эффективных мероприятий

$$\Delta K_n > \Delta K_{n-1},$$

для неэффективных мероприятий

$$\Delta K_n \approx \Delta K_{n-1},$$

для мероприятий с отрицательной эффективностью

$$\Delta K_n < \Delta K_{n-1},$$

где

$$\Delta K_i = \bar{K}_i - K_i.$$

4.3. Эффективность обратных связей в авиационной транспортной системе

Проведенное исследование предусматривало получение количественных характеристик о затруднениях, испытываемых в профессиональной деятельности специалистами различного профиля и уровня.

Экспертное исследование построено на выявлении и систематизации субъективно воспринимаемых затруднений в профессиональной деятельности различными специалистами.

Специально разработанные анкеты были предложены всем командирам объединенных авиапредприятий и специалистам управлений гражданской авиации (по 1—2 человека):

- командирам предприятий авиации различного применения;
- командирам подразделений авиации различного применения;
- командирам воздушных судов авиации различного применения;
- руководителям УВД и всех видов обеспечения полетов.

Предлагалось сообщить свои основные профессиональные данные:

- вид применения авиации;
- занимаемая должность;
- стаж работы в данной должности;
- общий стаж работы в данной области;
- возраст,

а также назвать основные затруднения в профессиональной деятельности (не более пяти), ранжировав их по значимости.

Одновременно предлагалось назвать основные изменения (или нововведения) в профессиональной деятельности специалиста, которые могли бы, по его мнению, способствовать предотвращению авиационных происшествий. Предлагалось назвать их не более пяти, также ранжировав по значимости.

Получены 1620 заполненных анкет, содержащих 6120 ответов по затруднениям в профессиональной деятельности, которые распределились следующим образом:

- по транспортной авиации — 3764;
- по авиации ПАНХ — 2356.

При обработке результаты сгруппированы по элементам авиационной транспортной системы и проанализированы потоки затруднений:

1. Основным источником затруднений в деятельности экипажей и командно-летного состава как транспортной, так и авиации ПАНХ являются недостатки регламентирующего управления. Для авиации ПАНХ, судя по результатам, это ощущается в меньшей степени.

2. Недостатки в организации летной деятельности на предприятиях транспортной авиации вносят в работу экипажей затруднений существенно меньше, чем в авиации ПАНХ (отличие более чем в 2,5 раза).

3. Обеспечение полетов является одним из основных источников затруднений в деятельности экипажей и командно-летного состава авиации всех видов применения.

Для экипажей затруднения в обеспечении полетов показаны в табл. 1.

4. Со стороны командно-летного состава экипажи в качестве источника затруднений практически не рассматриваются.

Т а б л и ц а 1

Вид обеспечения	Транспортная авиация, %	ПАНХ	
		Самолеты, %	Вертолеты, %
Метеообеспечение	12	14	20
Инженерно-авиационное	29	29	19
Остальные	59	57	61

5. Экипажи и командно-летный состав в качестве источника затруднений сравнительно редко называют воздушное судно и управление воздушным движением.

6. Ни экипажами, ни командно-летным составом внешние условия в качестве источников затруднений не рассматриваются.

При интерпретации результатов анализа статистики предпосылок к авиационным происшествиям и экспертного исследования принята гипотеза, что между эффективностью обратной связи и количественными показателями причин предпосылок и затруднениями в функционировании взаимосвязанных элементов системы существует тесная обратная корреляция.

В этом случае результаты свидетельствуют о следующем.

1. Для экипажей качественное совпадение статистических и экспертных данных по источникам затруднений наблюдается везде, исключая воздушное судно.

2. Внешние условия экипажами не рассматриваются в качестве источника затруднений. Это может быть отнесено за счет двух основных обстоятельств:

во-первых, часть неблагоприятных внешних условий, с которыми сталкиваются экипажи в полете, являются следствием неудовлетворительного метеообеспечения, и они отнесены за счет этого вида обеспечения полета;

во-вторых, внешние условия всеми специалистами воспринимаются просто как специфические условия деятельности.

3. Полученные по данным статистики предпосылок и экспертного исследования для экипажей нормированные эффективности обратных связей удовлетворительно совпадают, исключение составляет воздушное судно (табл. 2).

Наблюдаемое расхождение в данных по воздушному судно свидетельствует об эффективной в субъективном восприятии обратной связи.

Несмотря на возможные отказы авиационной техники, экипажи сравнительно редко рассматривают их как источник затруднений в профессиональной деятельности.

Таблица 2

Элемент системы	Нормированная эффективность обратной связи	
	по данным статистики	по данным экспертного исследования
Управление летной деятельностью	0,051	0,04
Управление воздушным движением	0,86	0,56
Воздушное судно	0,027	0,34
Обеспечение полетов	0,061	0,06

Представляется, что это следствие трех основных причин:

- во-первых, в процессе управления воздушным судном в полете действительно существует эффективная обратная связь;
- во-вторых, воздушное судно рассматривается как объект управления и экипаж считает своим долгом уметь управлять им в любой ситуации;
- в-третьих, применительно к экипажу явление носит характер единичного и случайного, то есть редкого в субъективном восприятии.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ подхода к проблеме повышения уровня безопасности полетов свидетельствует о необходимости развития профилактической деятельности на всех иерархических уровнях авиационной системы. При подходе к предотвращению авиационных происшествий как процессу управления первоочередного внимания требует совершенствование обратных связей.

ЛИТЕРАТУРА

1. II Всесоюзная научно-практическая конференция по безопасности полетов. Тезисы докладов. Л.: ОЛАГА, 1979.
2. Choopping D. H., Talking of safety. Part 1, Interavia, 1976, № 11, 1074—1075.
3. Итоговый отчет ИКАО о специализированном совещании по предотвращению и расследованию авиационных происшествий (AIG/79); Монреаль, 4—20 сентября 1979 г.
4. Рабочий документ AIG/79—WP/5, п. 3, док. 1, 20/3/79. (Представлен секретариатом).
5. Рабочий документ AIG/79—WP/13, п. 3, док. 2, 13/6/79. (Представлен Международной федерацией ассоциаций линейных пилотов).
6. Рабочий документ AIG/79—WP/12, п. 2, док. 2, 13/6/79. (Представлен Международной федерацией ассоциаций линейных пилотов).
7. Рабочий документ AIG/79—WP/11, п. 1, док. 3, 13/6/79. (Представлен Международной федерацией ассоциаций линейных пилотов).
8. Рабочий документ AIG/79—WP-60, п. 3, док. 7, 6/9/79. (Представлен Францией).
9. Рабочий документ AIG/79—WP/59, п. 3, док. 6, 5/9/79. (Представлен Швецией).
10. Рабочий документ AIG/79—WP/15, п. 3, док. 3, 15/6/79. (Представлен Соединенным Королевством).
11. Рабочий документ AIG/79—WP/31, п. 2, док. 5, 6/7/79. (Представлен Канадой).
12. Рабочий документ AIG/79—WP/30, п. I, док. 6, 6/7/79. (Представлен Канадой).
13. Рабочий документ AIG/79—WP/17, п. 2, док. 3, 18/6/79. (Представлен Соединенными Штатами Америки).
14. Рабочий документ AIG/79—WP/21, п. 5, док. 3, 18/6/79. (Представлен Соединенными Штатами Америки).
15. Рабочий документ AIG/79—WP/19, п. 4, док. 2, 18/6/79. (Представлен Соединенными Штатами Америки).
16. Рабочий документ AIG/79—WP/37, п. 1, док. 7, 29/6/79. (Представлен Австралией).
17. Рабочий документ AIG/79—WP/10, п. 1, док. 2, 30/5/79. (Представлен Королевством Нидерландов).
18. Рабочий документ AIG/79—WP/25, п. 2, док. 4, 27/6/79. (Представлен Федеративной Республикой Германией).
19. Рабочий документ AIG/79—WP/24, п. 1, док. 5, 27/6/79. (Представлен Федеративной Республикой Германией).
20. Рабочий документ AIG/79—WP/45, п. 2, док. 7, 16/7/79. (Представлен Норвегией).
21. Рабочий документ AIG/79—WP/50, п. 2, док. 9, 8/8/79. (Представлен Сотрудничеством: Дания, Исландия, Норвегия, Финляндия, Швеция).
22. Бугаев Б. П. Только самолетом можно долететь.—Авиация и космонавтика, 1968, № 8, с. 5—8.
23. Бугаев Б. П., Прокофьев А. И., Мосин А. В. К вопросу исследования надежности и точности функционирования системы «экипаж — воздушное судно».—В кн.: Тезисы докладов к I Всесоюзной научно-методической конференции по безопасности полетов в гражданской авиации. Л.: ОЛАГА, 1973, с. 175—176.

24. Бугаев Б. П. Актуальные вопросы надежности и безопасности воздушных судов. Труды ОЛАГА, вып. 55. Л.: 1973, с. 2—8.
25. Бугаев Б. П., Денисов В. Г. Эргономика и безопасность полетов. Киев: «Знание», 1974.
26. Бугаев Б. П. Авиационная эргономика и безопасность полетов.— В кн.: Межвузовский сборник научных трудов «Авиационная эргономика», вып. I. Киев: КИИГА, 1974, с. 3—17.
27. Бугаев Б. П., Денисов В. Г. Пилот и самолет (авиационная эргономика). М.: Машиностроение, 1976.
28. Бугаев Б. П. К новым высотам.— «Знание», сер. «Транспорт», 1976, № 3, с. 64.
29. Santilli stan. Doing what comes naturally, Aerospace Safety., 1979, 35, № 8, 10—11.
30. Бугаев Б. П., Прокофьев А. И. Психологические аспекты предотвращения авиационных происшествий.— Психологический журнал, АН СССР, т. 2, 1981, № 4, с. 80—86.
31. Сборник терминов ИКАО, т. II, 1974, 12.
32. Прокофьев А. И. Надежность и безопасность полетов. Л.: ОЛАГА, 1980.
33. Бугаев Б. П., Мосин А. В., Прокофьев А. И. К вопросу о классификации причин летных происшествий и предпосылок к ним.— В кн.: Тезисы докладов I Всесоюзной научно-методической конференции по безопасности полетов в гражданской авиации. Л.: ОЛАГА, 1973, с. 147—148.
34. Прокофьев А. И. Оперативный контроль надежности деятельности экипажа в полете. Л.: ОЛАГА, 1980.
35. Clement C. Le parc aéronautique et les statistiques d'accidents dans l'aviation civile Française en 1977. Bull. techn. Bur. Verttas, 1978, 60 № 5, 131—135.
36. Dressler K. F. New approach to air safety statistics. J. of Aircraft, 1967, № 4, 347—355.
37. Прокофьев А. И. Показатели надежности (безопасности) полетов.— В кн.: «Совершенствование летной деятельности и безопасность полетов». Л.: ОЛАГА, 1982, с. 3—9.
38. Коваленко Г. А. Алгоритм оценки численных значений некоторых показателей уровня безопасности полетов в гражданской авиации.— Организационные системы управления в гражданской авиации, № 1, 1977, с. 85—91.

Введение	3
1. Анализ проблемы предотвращения авиационных происшествий	4
1.1. Направление деятельности	4
1.2. Страны—члены ИКАО о подходе к предотвращению авиационных происшествий	4
2. Основы подхода к предотвращению авиационных происшествий	13
2.1. Основные концепции	13
2.2. Авиационная транспортная система	14
2.3. Экипаж — «конечное звено» авиационной системы	16
2.4. Причинно-следственные связи отрицательных явлений в авиационной системе	20
3. Методические основы профилактической деятельности	29
3.1. Системная совокупность профилактических работ	29
3.2. Выявление опасности	30
3.3. Оценка опасности	35
3.4. Предупредительные мероприятия	42
3.5. Анализ безопасности полетов	43
4. Эффективность обратных связей в авиационной системе	49
4.1. Общий подход	49
4.2. Количественная оценка эффективности обратной связи	49
4.3. Эффективность обратных связей в авиационной транспортной системе	50
Заключение	53
Литература	54

Бугаев Борис Павлович
Предотвращение авиационных происшествий

Редактор М. В. Матвеева
Технический редактор Е. Н. Сироткина
Корректор Т. М. Доценко

Т-13541. Сдано в набор 30.08.82 г. Подписано в печать 06.08.82 г. Формат 60×90¹/₁₆. Бум. тип. № 2. Гарнитура литературная. Высокая печать. Усл.-печ. листов 3,5. Уч.-изд. л. 3,27. Тираж 1500. Зак. 2-2849. Заказное. Цена 30 коп.
Изд. № 3-3-¹/₁₇ № 2549.

Издат-во «Транспорт», 107174, Москва, Басманный тупик, 6а.

Тип. изд-ва «Соціалістична Харківщина»