

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ОШИБОК БОРТИНЖЕНЕРОВ В ИНЦИДЕНТАХ С ТРАНСПОРТНЫМИ САМОЛЕТАМИ

д. т. н., проф. *А.А. Терёшкин*,

Украинский государственный учебно-сертификационный центр гражданской авиации

Роль бортинженера как члена экипажа транспортного самолета в обеспечении безопасности полета

Главными задачами бортинженера в составе экипажа является управление функциональными системами самолета, контроль и диагностика их текущего состояния и, если это возможно, парирование отказов, которые могут возникать в полете.

Кроме планера и силовой установки на большом многодвигательном самолете имеются важные функциональные системы, которыми необходимо управлять в полете: электроэнергетическая, гидравлическая, топливная, кондиционирования воздуха, противообледенительная. Имеются и другие системы как объекты пристального внимания бортинженера: система управления полетом, навигационная система, а также кислородная и противопожарная.

Бортинженер несет ответственность за работу всего оборудования под управлением экипажа в полете. Чтобы удовлетворять требованиям сложных систем, бортинженер должен обладать теоретическими знаниями и практическим опытом. С этой точки зрения профессия бортинженера существенно отличается от профессий пилота и навигатора. Для успешного выполнения этой деятельности необходима профессиональная подготовка кандидата по программе, утвержденной государственным полномочным органом.

Роль бортинженера на борту транспортного самолета является вполне самостоятельной в составе экипажа, и до настоящего времени ее особенности недостаточно изучены, несмотря на наличие большого контингента специалистов, занятых в авиации этим видом деятельности.

Специфичность деятельности бортинженера следует из перечня его обязанностей в нормативных документах:

- знать и выполнять правила эксплуатации воздушного судна;
- принимать участие в подготовке воздушного судна к полету и контролировать его готовность;
- проверять перед вылетом, закрыты ли заправочные горловины, аварийные и грузовые люки и двери фюзеляжа;
- уметь устранять в полете появившиеся и доступные для устранения неисправности функциональных систем;
- выполнять своевременно команды командира по управлению двигателями и системами самолета;
- своевременно докладывать командиру обо всех отклонениях и неисправностях и давать предложения по их устранению;
- осматривать самолет после посадки и докладывать командиру свои замечания;
- оформлять документацию, записывать замечания по работе авиационной техники и результатам осмотра, передавать самолет инженерной службе в установленном порядке.

Анализ опыта эксплуатации транспортных самолетов гражданской и военно-транспортной авиации показывает, что ошибочные действия бортинженера в составе экипажа могут приводить к авиационным происшествиям и инцидентам.

Актуальность исследования обусловлена зависимостью показателей безопасности полетов от эффективности и надежности деятельности бортинженера. Целью исследования являлся анализ ошибок бортинженеров, влияющих на безопасность полетов. Результаты исследования получены на базе репрезентативной статистики инцидентов с транспортными самолетами. Эти результаты необходимо рассматривать как обратную связь для

формирования управляющих воздействий в системе профессиональной подготовки бортиженеров.

Методическое обоснование анализа ошибок бортиженеров транспортных самолетов

Наиболее вероятной причиной инцидентов и неприемлемого поведения человека в системах управления динамическими объектами являются его ошибки. При оценке ошибок человека широкое распространение получил вероятностный подход. В явной форме этот подход направлен на анализ риска как оценку надежности деятельности человека. Оценки надежности человека в частных задачах совместно с надежностью технических компонентов служат исходными данными при анализе системы в целом в терминах надежности.

Сложность взаимодействия бортиженера с функциональными системами самолета, зависимость характеристик его деятельности от большого числа факторов затрудняют использование традиционных вероятностных методов. Можно предполагать, что именно эти аргументы оправдывают отсутствие систематических исследований, посвященных анализу и предотвращению ошибочных действий бортиженеров.

В практике деятельности ИКАО для количественной оценки безопасности полетов используют общие статистические показатели, связанные с числом происшествий, отнесенных к: 10^8 км налета (K_1), 10^5 ч налета (K_2) и 10^5 полетов (K_3). Будучи между собой тесно связанными высокими корреляциям, они мало дополняют друг друга при комплексной оценке безопасности полетов. Поэтому для данного анализа вполне оправданно был выбран один показатель k_3 , информация о котором наиболее доступна из базы данных об авиационных событиях.

Поскольку для статистического анализа важно отсутствие тренда, в структуре показателя K_3 , нами был выбран период эксплуатации транспортных самолетов 1 и 2 классов длительностью пять лет на установившемся участке графика, обозначенного тенью на рис. 1.

В информационной базе данных классификатор содержит следующий перечень ошибок бортиженера, ставших причинами инцидентов с транспортными самолетами.

Таблица 1

Виды ошибок бортиженеров в классификаторе

№	Наименование причины/фактора
1	Недостаточная предполетная подготовка и осмотр самолета
2	Неправильный выпуск/уборка механизации крыла
3	Неправильное управление работой двигателя
4	Нарушение правил эксплуатации самолета (на земле и в полете)
5	Невыполнение/непонимание команд командира
6	Запуск/опробование силовой установки без надежной швартовки/колодок
7	Отсутствие взаимодействия с членами экипажа
8	Самолет оставлен без внимания при работающих двигателях
9	Нарушение дисциплины
10	Нарушение требований наставлений, инструкций и других регламентирующих документов
11	Самопроизвольное неправильное действие рефлекторного типа
12	Неправильный/непреднамеренный выпуск/уборка шасси
13	Неправильное управление работой систем самолета
14	Недостаточная профессиональная подготовка
15	Ухудшение состояния здоровья
16	Прочие

Относительный показатель K_3 имеет интегральный характер, и в силу этого не позволяет выявить влияние отдельных ошибок бортинженера на безопасность полетов. Задача анализа была выполнена путем расщепления общего относительного показателя на отдельные частные показатели W_j , $\{j=1, \dots, 16\}$ в соответствии с приведенным выше перечнем ошибок бортинженеров и с учетом:

- количества инцидентов;
- категории классификатора ошибок бортинженера;
- усредненного периода времени;
- количества полетов каждого типа транспортного самолета, отнесенного к соответствующему классу.

При проведении сравнительного анализа ошибок бортинженера было назначено значение порога ошибки $W_i \geq 0,05$. Это позволило считать ошибки с меньшим весом несущественными.

Из базы данных была использована исходная информация о 564 инцидентах и годовых налетах за пять лет эксплуатации транспортных самолетов Ил-18, Ил-62, Ил-76, Ил-86, Ан-12, Ан-24, Ту-134, Ту-154, Як-40. Цель исследования состояла в выявлении причин ошибок бортинженеров для разработки рекомендаций по совершенствованию системы профессиональной подготовки.

Анализ ошибок бортинженеров транспортных самолетов 1 класса

Распределение причин ошибок бортинженеров W_{j1} по парку транспортных самолетов 1 класса относительно порогового значения представлено гистограммой на рис. 2а).

Здесь значительный вклад в статистику инцидентов вносят ошибки бортинженера категорий 1, 3, 4, 5, 10 и 13, которые имеют суммарный вес 0,82. Ошибками несущественных категорий являются 2, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 14, 15 и 16. Согласно классификатору, причину 3 (неправильное управление работой двигателя), причину 13 (неправильное управление работой систем ВС) с учетом подпороговой причины 2 (неправильный выпуск/уборка механизации крыла) можно рассматривать как одну причину «неправильное управление функциональными системами ВС» с суммарным весом 0,34.

Недостаточная предполетная подготовка и осмотр ВС как уникальная причина (самостоятельный фактор) характеризуется самым высоким относительным весом 0,27.

Значительное влияние на инцидентность полетов оказывают ошибки категории 4 (нарушение правил эксплуатации ВС на земле и в полете) и категории 10 (нарушение требований наставлений инструкций и других регламентирующих документов); их суммарный относительный вес составляет 0,21. Согласно классификатору, они могут рассматриваться как одна причина «нарушение нормативно-технической документации, регламентирующей деятельность бортинженера».

Наконец, содержание ошибки категории 5 (невыполнение или непонимание команд командира) совместно с содержанием ошибки категории 7 (отсутствие взаимодействия с членами экипажа) образуют общую причину «нарушение взаимодействия в экипаже», имеющую суммарный относительный вес 0,06.

Таблица 2

Содержание причин ошибок бортинженера ВС 1 класса

Ошибка – причина	W_1
Неправильное управление функциональными системами	0,34
Недостаточная предполетная подготовка и осмотр самолета	0,27
Недостаточные знания инструкций, правил эксплуатации самолета	0,21
Нарушение взаимодействия в экипаже	0,06

Другие	0,12
--------	------

Таким образом, в таблице 2 представлены результаты обобщенного анализа ошибок бортинженеров транспортных самолетов 1 класса.

Анализ ошибок бортинженеров транспортных самолетов 2 класса

Распределение весов W_{j2} ошибок бортинженеров транспортных самолетов второго класса представлено гистограммой на рис. 2б). Существенное влияние на безопасность полетов здесь вносят ошибки бортинженеров категорий 1, 4, 13, 3, 10 и 14, суммарный вес которых равен 0,76.

Наибольший вес 0,26 среди всех имеют ошибки категории 1 (недостаточная предполетная подготовка и осмотр ВС). Ошибками незначительных категорий: 2, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 15, 16. Значительное влияние на инцидентность полетов оказывают ошибки категорий 4 (нарушение правил эксплуатации ВС на земле и в полете) и 10 (нарушение требований наставлений, инструкций и других документов); их суммарный вес составляет 0,22. Согласно классификатору, их можно рассматривать как одну причину – «нарушение нормативно-технической документации, регламентирующей деятельность бортинженера».

Содержание ошибок категорий 3 (неправильное управление работой двигателя) и 13 (неправильное управление работой систем ВС) позволяет их рассматривать как одну причину с суммарным весом 0,23. Пороговое значение ошибок относится к категории 14 «недостаточная профессиональная подготовка».

Таблица 3

Содержание причин ошибок бортинженера ВС 2 класса

Ошибка – причина	W_{j2}
Недостаточная предполетная подготовка и осмотр самолета	0,26
Недостаточные знания инструкций, правил эксплуатации самолета	0,22
Неправильное управление функциональными системами самолета	0,23
Другие	0,29

Таким образом, в таблице 3 представлены результаты обобщенного анализа ошибок бортинженеров транспортных самолетов 2 класса.

Подобие причин ошибок бортинженеров транспортных самолетов различных классов

Функциональные обязанности и ответственность бортинженеров транспортных самолетов 1 и 2 классов, обусловленные в нормативных документах, отличаются незначительно. Это позволяет предположить, что структуры относительных весов ошибок бортинженеров могут оказаться подобными. В качестве критериев такого подобия приняты параметры уравнения регрессии:

$$W_{j1} = kW_{j2} + b,$$

(1)

связывающего веса ошибок бортинженеров обоих классов. Здесь k - угловой коэффициент, b - свободный член, а r_w - коэффициент корреляции между W_{j1} и W_{j2} . При этом полное совпадение структур относительных весов W_{j1} и W_{j2} должно наблюдаться в случае $k=1$, $b=0$, $r_w=1$. В результате статистической обработки данных получено уравнение регрессии:

$$W_{j1} = -0,0009725 + 1,0164xW_{j2},$$

(2)

в котором оценками критериев являются $k=1,0164$, $b=-0,0009725$, $r_w=0,95$. Поле корреляции и линия регрессии представлены на рис. 3.

Выводы

1. Исследованы сходство и различие распределений ошибок бортиженеров транспортных самолетов 1 и 2 классов с целью формирования управляющих воздействий в системе профессиональной подготовки.

2. Структуры распределения ошибок бортиженеров самолетов 1 и 2 классов практически совпадают, так как критерии подобия близки к идеальным значениям. Систематическое относительное смещение распределений ошибок отсутствует. В целом уравнение регрессии свидетельствует о незначительном преобладании весов ошибочных действий W_{j1} над W_{j2} .

3. Преобладающее значение веса ошибки бортиженеров транспортного самолета 1 класса «неправильное управление функциональными системами» свидетельствует о большей сложности самолета как объекта управления для бортиженера. В целом полученные результаты исследования могут быть использованы при разработке программ подготовки бортиженеров.

Литература

1. Жулев В.И., Иванов В.С. Безопасность полетов летательных аппаратов: (Теория и анализ). – М.: Транспорт, 1986. – 224 с.

2. Руководство по кодированию АСУ «Безопасность». М.: Воздушный транспорт, 1979. – 246 с.