

ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПРОГНОЗ НА НАЧАЛЬНОМ ЭТАПЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ САМОЛЕТОВ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ ПО АВАРИЙНОЙ СТАТИСТИКЕ ПО ЧЕЛОВЕЧЕСКОМУ ФАКТОРУ

к. т. н. *Аль-Аммори Али*,
НТУ г. Киев

В настоящее время закончен первый промышленный цикл эксплуатации самолетов нового поколения (СНП), таких как ТУ-204, ИЛ-96-300, АН-140, АН-148, Б-777, А-320 и т.д. Очень важно на начальном этапе эксплуатации сделать статистические прогнозы эксплуатации СНП, строя прогноз по принципу – «СНП – аналог» и проводить сравнения между СНП и самолетом - аналогом по аварийной статистике самолета - аналога и циклограммам развертывания счетных операций по РЛЭ СНП. Для этой цели в статье приведен прогноз с помощью технологий процессного анализа полета (ТПАП) [1, 2, 3] самолета ИЛ-96-300 по сравнению с Б-747-400.

Практика десятилетней эксплуатации ИЛ-96-300 показала, что ИЛ-96-300 не только не хуже, а значительно лучше по статистике, чем Б-747-400, А320 и т.д. За эти годы на ИЛ-96-300 не было ни одной катастрофы, авиапроисшествий, и даже не было инцидентов по шинам.

Начальный этап эксплуатации самолетов нового поколения требует расчетов по прогнозам аварийной статистики по человеческому фактору (ЧФ). Анализ процессов развертывания счетных операций и расчет на уровне развертывания позволяют сделать это.

Идея статистического прогноза анализа процессов развертывания состоит в том, что имеется достаточно четко выраженная аналогия между процессами развертывания по этапам полетов и долей аварийности статистики по человеческому фактору этапов полетов. Аварийная статистика повторяет характер процессов развертывания в том, что наиболее развернутые этапы, например, взлет, заход на посадку и посадка имеют повышенную аварийность по человеческому фактору (летному составу). Поэтому, если найти аналог нового самолета по коэффициентам развертывания по этапам полета среди семейства самолетов, которые эксплуатируются уже много лет и имеют достаточно представительную статистику по авиационным происшествиям, то можно дать прогноз и по аварийной статистике нового самолета уже на начальной стадии его эксплуатации, и своевременно принимать меры по уменьшению аварийности по человеческому фактору.

Коэффициент развертывания можно предоставить следующей зависимостью:

$$k_P = \frac{k_{СМО}}{k_{СО}},$$

где k_P - коэффициент развертывания, $k_{СМО}$ - количество сенсомоторных операций, $k_{СО}$ - количество счетных операций.

Анализ процессов развертывания различных типов самолетов показал, что для самолета ИЛ-96 аналогом по операциям развертывания можно считать Боинг-747 [4, 5].

На рис. 1, который составлен по статистике фирмы «Боинг», путем процессного анализа РЛЭ Б747-400 показаны тенденции изменения доли летных происшествий по этапам полета и распределение коэффициентов развертывания по этим же этапам. Сравнение рис. 1 и рис. 2 наглядно показывает, что природа процесса развертывания счетных операций и процесса изменения доли аварийности происшествий однородна, а количественные сдвиги в этих процессах фактически совпадают: наибольшие коэффициенты развертывания соответствуют участкам полета с наибольшей степенью аварийности. Это, конечно, закономерный результат. Если принять к сведению, что коэффициенты развертывания пропорциональны степени технологической сложности полета, то становится ясным, почему количественные и качественные изменения в этих процессах - в процессе развертывания по этапам и процессе изменения доли аварийности по этапам тождественны.

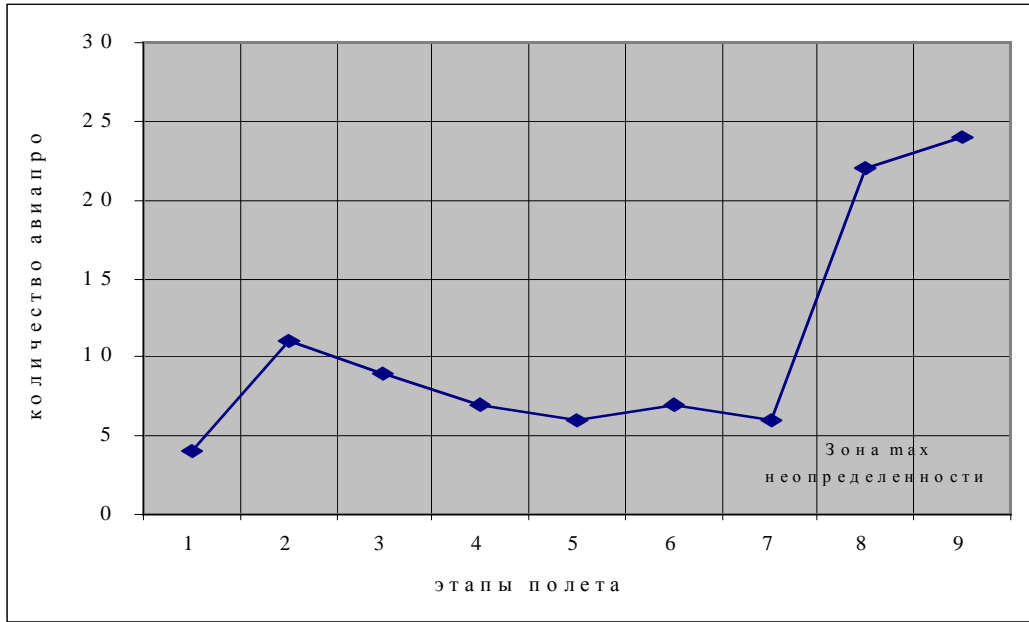


Рис. 1. Распределение доли авиавпроисшествий по данным фирмы «Боинг»

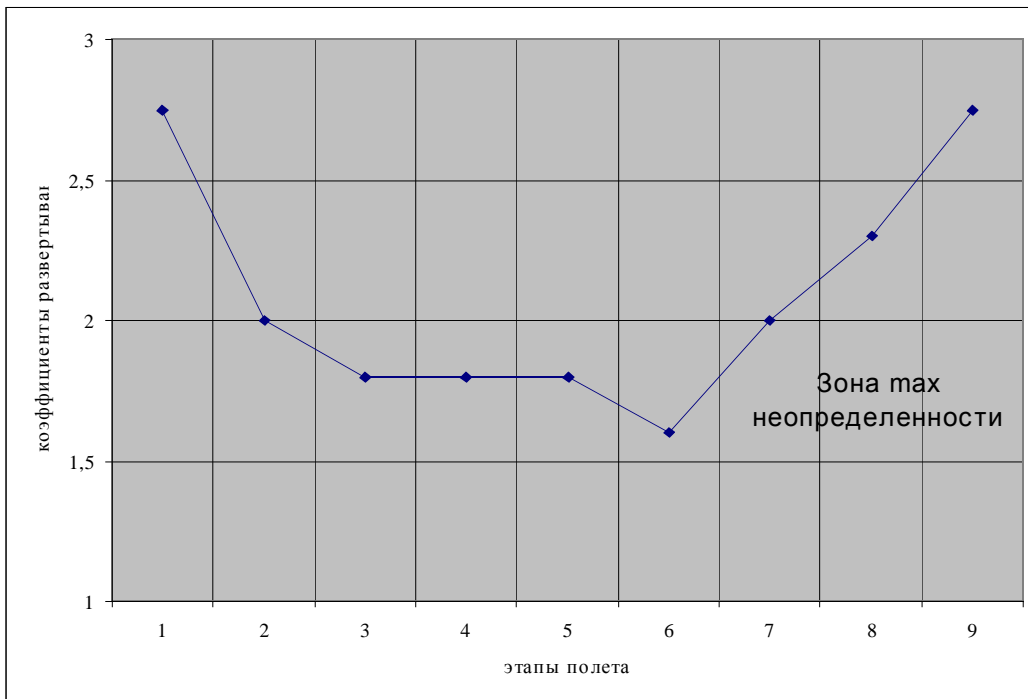


Рис. 2. Распределение коэффициентов развертываи по этапам полета для самолета Б-747
 1 - посадка пассажиров, руление; 2 - взлет; 3,4 - набор высоты; 5 - крейсерский полет (маршрут); 6 - снижение; 7 - этап первоначальной подготовки; 8 - конечный этап захода; 9 - посадка.

На рис. 3 приведены данные по гистограммному анализу циклограмм развертываи ИЛ-96 и Б-747, которые показывают однородность процессов развертываи счетных (нормальных) операций и процедур для этих самолетов.

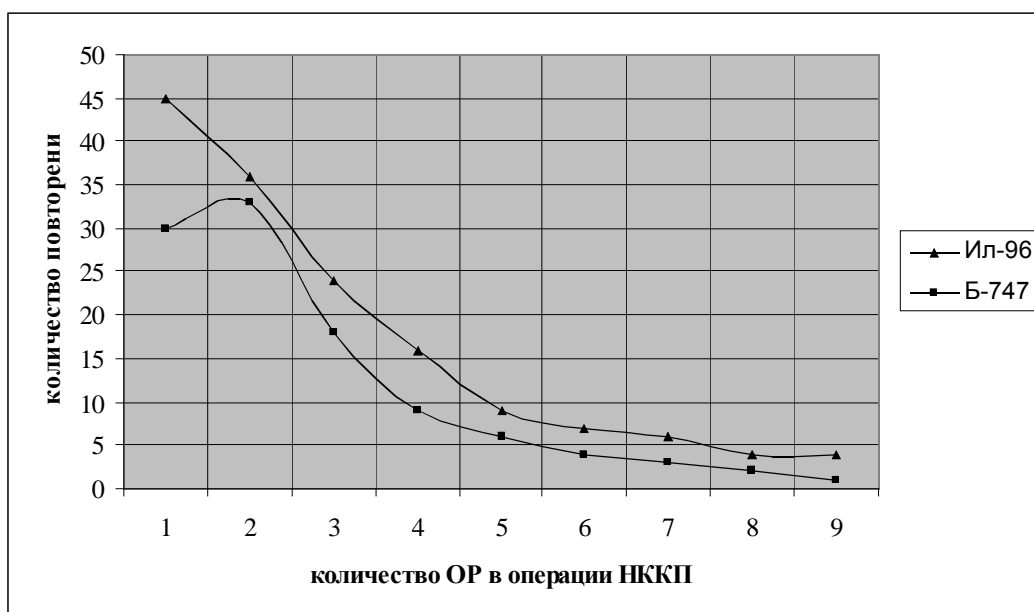


Рис. 3. Результаты гистограммного анализа циклограмм развертывания и сравнительного анализа Б-747-400 и ИЛ-96-300 по технологиям процессного анализа полета

В таблицах 1, 2 - 3 приведена статистика фирмы «Боинг» по летным происшествиям, а в таблицах 4. и 5 - расчеты коэффициентов развертывания для самолетов ИЛ-96 и Б-747. Поэтому в начале эксплуатации ИЛ-96-300 имеющуюся статистику по ЧФ (экипажу) фирмы «Боинг» для самолета ИЛ-96 можно было принять как однородную статистику (статистику - аналог по причинам летных происшествий) при прогнозе возможной аварийности.

Данные по аварийности фирмы «Боинг»

Таблица 1

Причины летных происшествий на самолетах фирмы «Боинг» за последние 10 (25) лет

№ пп	Причина летного происшествия	Последние 10 лет, %	Последние 25 лет, %
1	по вине летного состава	70,8	73,3
2	по вине авиатехники	12,3	11,6
3	по вине тех. обслуживания	2,3	1,6
4	по погодным условиям	6,2	5,5
5	по вине службы движения	5,4	14,2
6	по другим причинам	3,1	3,2

Таблица 2

Причины АП по вине летного состава

Действующие причины летных происшествий		
1	Отклонение членами экипажа от стандартных процедур	33
2	Плохое взаимодействие и невыполнение членами экипажа контрольных операций	26
3	Неправильность действия членов экипажа по устранению возникших отклонений в работе систем	9
4	Пилот не осознал необходимости ухода на второй круг	6
5	Недостаточность техники пилотирования	4
6	Неспособность пилота справиться с возникшими ситуациями	4
7	Неправильное выполнение процедур ухода на второй круг	3
8	Ошибки пилота при тренировочных полетах	3
9	Поздние действия пилота на сигналы СБЗП (система предупреждения сближения земли)	3
10	Ошибки пилота при частичной потере видимости ВПП ниже высоты принятия решения	3
11	Неправильное использование имеющихся средств захода на посадку	4
12	Недостаточный опыт пилотов в эксплуатации данного типа самолета	2

Таблица 3

Летные происшествия и их распределение по этапам полета

№	Этапы полета	%
1	Руление	3,1
2	Взлет	11,5
3	Первоначальный набор высоты	9,6
4	Последующий набор высоты	6,3
5	Полет по маршруту	5,5
6	Снижение	7,9
7	Этап первоначального захода	7,2
8	Конечный этап захода	24,4
9	Посадка	24,5

Анализ этих данных показывает, что ошибки, отклонения и т.д. рассматриваются без анализа технологических процессов развертывания и их сложности, что затрудняет предотвращение авиапроисшествий.

Таблица 4

Расчет коэффициентов развертывания счетных операций по уровню сенсомоторики для субъектов циклограммы ИЛ-96

	Количество счетных операций	Количество сенсомоторных операций	Коэффициенты развертывания
КС	30	45	1,5
2/П	21	31	1,49
ПП	69	141	2,18
НП	16	52	3,29
КС,2/П	6	21	3,5
Б/И	66	172	2,6
Э	14	37	2,7

2/П – второй пилот; КС – командир самолета; БИ – бортиженер; Э – экипаж; ПП – пилотирующий пилот; НП – непилотирующий пилот.

**Расчет коэффициентов развертывания счетных операций по уровню сенсомоторики
для различных этапов выполнения полета**

Название операций	Количество счетных операций ИЛ-96-300	Количество сенсомоторных операций ИЛ-96-300	Коэффициенты развертывания ИЛ-96-300	Коэффициенты развертывания Б-747-400
Руление	31	62	2	2,7
Взлет	60	116	1,9	1,9
Набор высоты	19	37	1,9	1,9
Крейсерский полет	21	40	1,9	1,9
Снижение	19	35	1,8	1,7
Заход на посадку	25	99	3,9	2,3
Посадка	21	39	1,9	2,0
После посадки	25	52	2,1	2,8
			Среднее	
			2,1	2,2

Используя принцип аналогии и закона логического вывода по аналогии, в 1994 году был сделан прогноз относительно хода начальной эксплуатации ИЛ-96 и его возможной аварийной статистики по ЧФ (экипажу).

Безусловно, метод аналогий в области статистики является не видовым способом, а родовым, т.е. очень важна при этом качественная аналогия, а количественная аналогия является как бы дополнением к качественному прогнозу. Поэтому следует обратить особое внимание на тот факт, что нарушение стандартных летных процедур на самолетах «Боинг» составляет не менее 33%, а при проведении реклассификации статистики фирмы «Боинг» - все 68%. При этом, нужно учитывать главное - это происходит не по вине летного состава, а из-за сложности процесса полета и неопределенности процессов развертывания этапов полета в нормальных условиях. Все дело в сложности полета и его стандартных процедурах. Отсюда и главное требование к программе подготовки летного состава (ППЛС) [6] по решению проблемы ЧФ (экипажа) по аварийным происшествиям - противодействие типам и максимумам процессов развертывания.

Результаты сравнительного анализа показывают относительную однородность процессов развертывания счетных операций ИЛ- 96 (операций нормальных (нормальных контрольных карт проверки - НККП Б-747)) этапов полета.

Границы процессов развертывания по этапам полета ИЛ-96 и Б-747 по количеству развертываний в операции примерно одинаковы (около 7).

Границы неразвертывания и развертывания ИЛ-96 и Б-747 примерно одинаковы (на уровне 0,5).

Выводы

1. По процессам развертывания счетных операций можно делать прогнозы о потенциальной аварийной статистике по человеческому фактору (экипажу) самолетов, находящихся на начальной стадии эксплуатации, если подобрать самолет-аналог по коэффициентам развертывания из семейства тех самолетов, которые имеют многолетнюю эксплуатацию и уже достаточно репрезентативную и представительную статистику аварийных происшествий по человеческому фактору.

2. Для снятия и уменьшения доли человеческого фактора (экипажа) в аварийной статистике целесообразно использовать два основных пути:

- осуществить многоуровневое обоснование существующих одноэтапных и одноуровневых ППЛС с переходом к качественно новым принципам подготовки летного состава на ИЛ-96, как самолета нового поколения.

- использовать реальные возможности СНП как летающего автоматизированного электронного комплекса.

3. Необходимо учитывать, что пока в технологию выполнения полета СНП, таких как ТУ-204, ИЛ-96-300, АН-140, АН-148 конструкторы и проектировщики не полностью вложили все технические возможности новых электронных систем самолета (КИСС, ВСУП, ВСУТ и т.д.), и технологии выполнения полета на СНП по РЛЭ первых редакций качественно не отличаются от технологии выполнения полета на самолетах старого поколения и содержат неопределенности (неопределенность режимов этапов полета, счетно неопределенные этапы полета, неопределенность циклограммных функций ПП-НП и т.д.).

4. Методы прогноза аварийной ситуации по ЧФ (экипажу) через коэффициенты развертывания позволяют учитывать результаты прогноза не только на начальной стадии эксплуатации СНП, но и в условиях его широкого внедрения в практику эксплуатации ВС.

5. Под нарушениями стандартных летных процедур (терминология ИКАО или фирмы «Боинг») или нарушениями в выполнении счетных операций этапов полета следует понимать такие отрицательные количественные или качественные изменения в технологической последовательности операций этапов полета или в содержании самих операций, которые приводят к летным (авиационным) происшествиям из-за предельной сложности процессов развертывания счетных операций (процедур) этапов полета, но не из-за виновности летного состава. Следовательно, такие нарушения должны сниматься путем специальных мер по развертыванию у летного состава должного уровня противодействия любым факторным накладкам и учету «флюктуационного» (случайного, стохастического и т.д.) характера процессов развертывания счетных операций нормального полета.

6. Анализ процессов развертывания счетных операций этапов полета на СНП, наглядное представление процессов развертывания операций нормального полета СНП специальными циклограммами, сложный вид таких циклограмм развертывания убедительно доказывает тот факт, что выполнение нормального полета и его этапов на СНП является предельно сложной процедурой принятия решений для всех членов экипажа, так как сам процесс полета ИЛ-96-300 в нормальных условиях эксплуатации предельно сложен из-за сложности внутренних процессов развертывания счетных операций.

Литература

1. Хохлов Е.М., Аль-Аммори Али. Авторский процессный подход (авторский взгляд на первое десятилетие внедрения процессного подхода в глобальном масштабе 1995-2005г.г.) - Киев, 2006. – 174 с. (авторское свидетельство № 16117).

2. Хохлов Е.М. Процессная концепция безопасности полетов// Проблемы безопасности полетов.- М., ВИНТИ, 1999. - № 1. – С. 9-23.

3. Хохлов Е.М. Процессная концепция безопасных полетов, как формула мирового научного приоритета и методология защиты летного эксплуатанта// Проблемы безопасности полетов. – М.: ВИНТИ, 1994, № 12. - С. 3-12.

4. Руководство по летной эксплуатации самолета ИЛ-96, книги 1, 2, 3. -1992.

5. Руководство по летной эксплуатации самолета Б-747-400. Часть 1 и 2.

6. Программы летного обучения на самолетах ТУ-154, ТУ-134, ИЛ-86, ЯК-42, АН-24.