

А. АЛЬ-АММОРИ (НТУ, Киев), Х. АЛЬ-АММОРИ (Киевский национальный университет технологий и дизайна)

ОБЩАЯ ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ УЧЕТА ПОЛИФАКТОРНОСТИ В ЛЕТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

У статті розглядаються питання врахування поліфакторності процесів польоту повітряних суден. Показано необхідність більш повного врахування сукупності взаємодіючих факторів.

Ключові слова: повітряне судно, процес польоту, поліфакторність, взаємодіючі фактори

В статье рассматриваются вопросы учета полифакторности процессов полета воздушных судов. Показана необходимость более полного учета совокупности взаимодействующих факторов.

Ключевые слова: воздушное судно, процесс полета, полифакторность, взаимодействующие факторы

In the paper the issues of taking the poly-factor nature of flight processes of aircrafts into account are under consideration. The necessity of fuller accounting the set of interacting factors is shown.

Keywords: aircrafts, flight process, poly-factor nature, interacting factors

Проблема учета факторов в научных исследованиях всегда занимала центральное место во всех научных разработках в последние два столетия. Переход к научной аналитике факторов – действующих причин, был вызван тем, что общая структура научных исследований не упрощалась, а значительно усложнялась, вызывая значительные организационные трудности в постановке вопроса исследования факторных процессов. Еще в 1930-1938 гг. проводились работы по учету полифакторных структур [1].

Методика анализа заключается в следующем: положим, что некоторая величина есть какая-то неизвестная функция переменных $x, y, z, t \dots$ физических и точно измеряемых и, кроме того, некоторых параметров $\alpha, \beta, \gamma, \delta \dots$, которые точно измерены быть не могут, и про которые нельзя сказать, сохраняют ли они при изменениях переменных свои значения. Таким образом, будет $S = F(x, y, z, t, \dots, \alpha, \beta, \gamma, \delta, \dots)$, когда ставится вопрос об определении влияния изменения переменной x на изменение величины S , то при достаточной малости этих изменений, математически говоря, требуется определить частную производную $\partial S / \partial t$. Для этого необходимо, чтобы не только все прочие переменные y, z, t, \dots сохраняли неизменными свои значения, но и все параметры $\alpha, \beta, \gamma, \dots$. Относительно переменных y, z, t, \dots , которые физически измеримы, это сделать легко; относительно же параметров, которые точно измерены быть не могут, это практически невоз-

можно, или же требуется значительное число наблюдений, при которых величина x изменялась бы систематически, а случайные изменения α, β, γ исключились бы сами собою вследствие очень большого числа наблюдений. Процессы, с которыми встречаются исследователи, как правило, полифакторные и имеют сферу неопределенности, т.е. при их анализе всегда необходимо решать в частном или в общем виде задачу учета большого количества факторов.

При функционировании воздушных судов пилоты называют эти явления накладками факторов – из-за эффекта одновременного действия совокупности (комплекса, множества, групп и т.д.) факторов, т.е., собственно, эффекта полифакторности. При этом, полифакторность рассматривают или как стратегию работ – учет комплекса действующих факторов (теоретический аспект задачи), или просто как факторные нагрузки или накладки, особенно при использовании множества информационных средств (практический аспект задачи). В настоящее время необходимость рассмотрения логического, статистического и математического решения задачи полифакторности значительно возросла, т.к. факторным процедурам и их учету стали уделять значительное внимание.

Информационно-факторная модель [2] учета взаимодействия факторов и решения задачи учета большого количества факторов показала, что взаимодействие, по своей природе, предельно и гранично, т.е. действительно является *causa finales* (конечной причиной) событий или

явлений, процессов. При этом энтропия процесса $S_j = -\sum_{i=1}^n \tau_{ij} \log \sum_{i=1}^n \tau_{ij}$ достигает максимума в зоне 4...5 взаимодействующих факторов. При определенном количестве одновременно действующих факторов возникает зона терминального эксцесса – область качественного изменения управляющих действий человека-оператора, оказавшегося на информационных пределах и в сфере качественной неопределенности. Следует отметить также, что математическое и статистическое решение задачи учета большого количества факторов позволяет по-новому объяснить природу факторных нагрузок в особо сложных процессах, таких как аварийные или катастрофические ситуации. При этом, безусловно, возникают теоретические предпосылки для качественного изменения доли человеческого фактора (ЧФ) в экстремальных ситуациях, так становится ясной конечная причина таких событий.

Проблема неопределенности так же, как и задача учета большого количества факторов, считается неразрешенной. Принципиальная неразрешимость проблемы неопределенности снимается переходом к анализу процессов, где неопределенность рассматривается как момент перехода от одной стороны процесса к другой.

На практике при применении обобщенных критериев встречаются следующие основные трудности:

- число факторов стремиться к бесконечности;
- факторы взаимосвязаны и не варьируются.

В такой ситуации трудно собрать информацию для принятия решений по заранее заданному критерию, т.е. при подготовке решений возникают затруднения, прежде всего, чисто информационного характера. Преодоление этих трудностей возможно только с помощью решения задачи учета множества факторов, взаимосвязанных между собой. В связи с тем, что затруднения носят информационный характер, они могут быть описаны с использованием понятий: «поток информации» или характеристический параметр потока информации (η).

Тогда, если общий вид критерия $E = \varphi(f_1, f_2, \dots, f_n)$, где f_1, f_2, \dots, f_n – действующие факторы, то затруднения, которые встречаются на практике, описываются следующим образом:

1. Число факторов стремится к бесконечности или практически очень велико $\eta \rightarrow \infty$;

2. Факторы взаимодействуют

$$E = \varphi(f_1 \in f_2 \in \dots \in f_n), \eta \rightarrow \infty$$

3. Факторы не варьируются

$$f_1, f_2, \dots, f_n - \text{const.}$$

Таким образом, затруднения связаны с тем, что поток информации становится или очень велик, или очень мал ($\eta \rightarrow \infty, \eta \rightarrow 0$), а отсюда сбор данных по критерию становится невозможным. Условия ($\eta \rightarrow \infty, \eta \rightarrow 0$) являются информационными пределами применения любой теории как системы преобразований. Это касается и модели авиационных происшествий (АП) факторной цепи ИКАО. Рассмотрим особенности факторных процедур ИКАО.

Согласно факторной процедуре ИКАО, выделяются 114 факторов, которые создают множество действующих факторов при всех потенциально возможных АП. В Руководстве ИКАО [3] по предотвращению АП подчеркивается, что успешное предотвращение летных происшествий требует не останавливаться на ошибках летного состава, а идти дальше в целях определения факторов, лежащих в основе действий человека. Согласно процедуре факторной цепи, на этом множестве факторов действует любая цепь (группа) факторов длиной в 13 факторов, существующих на протяжении полета и приводящих к так называемой точке неизбежности – пределу способности пилота противодействовать факторным нагрузкам. В результате анализа разрабатываются уведомления об аварийных факторах, рекомендации по обеспечению безопасности полетов (БП), которые рассылаются соответствующим организациям. Очевидно, что позиция ИКАО недостаточно активна, т.к. она направлена на сбор и анализ статистики, а не на предотвращение АП. Кроме того, в упомянутом выше руководстве прямо признается, что последующий прогресс авиационной техники будет сопряжен с появлением новых аварийных факторов, а, следовательно, принципиально невозможно ликвидировать факторные нагрузки на пилотов в процессе полета.

Однако основным итогом недостаточной практической эффективности такого подхода является то, что в процессах предотвращения АП существует рост по гиперболе числа учитываемых факторов. Закономерность обнаружена на основе анализа данных литературы за последние 50 лет. Таким образом, стало ясно, что необходима методологическая доработка

теории БП, которая позволит сначала теоретически, а затем и практически уменьшить долю вины летного состава в АП и ошибки по ЧФ, а также совершить переход от теории опасности к теории безопасности и процессной концепции БП.

Процессная концепция БП учитывает теорию противодействия неожиданным раздражителям и обеспечивает анализ факторных накладок (взаимодействия факторов) в процессах предотвращения АП.

Таким образом, под процессной концепцией БП понимается логико-статистическая научная концепция активизации ЧФ, основанная на общей теории процессов и направленная на защиту пилотов от факторных накладок, организацию противодействия им в структуре антистрессовой подготовки с целью снятия критического уровня БП по ЧФ. При этом, учитывается факторная природа процесса полета, и производится разделение процесса полета на ряд временных зон, в которых задача организации противодействия различна. При этом, решаются следующие задачи БП с учетом ЧФ:

- уменьшение доли аварий по вине ЧФ;
- организация антистрессовой подготовки пилотов;
- переход от системного подхода к процессному подходу и т.д.

Рассмотрим с помощью процессного подхода общую классификацию процесса полета как «положительных и отрицательных процессов» к решению проблем БП (рис. 1).

Существующая теория безопасности полетов, как показал процессный анализ, учитывает только отрицательные полеты и разрабатывает классификации только по отрицательным явлениям (авиапроисшествиям, аварийным факторам, показателям опасности и т.д.). Доля отрицательных полетов, в сущности, составляет 2 % от общей статистики процессов полета.

При этом управление БП сводится, в сущности, к управлению опасностью, и миллионные средства расходуются только на обработку таких отрицательных полетов, включенных в результат полета (замечания, отклонения, нарушения, инциденты, серьезные инциденты, АП без гибели людей, или катастрофы). Уровень такой статистики очень малый – в общем количестве полетов. По такой статистике и проводится вся рекомендательно-профилактическая работа по управлению, которую образно можно назвать работой «по хвостам» – случилась катастрофа, авария – принимай меры.

С точки зрения процессного анализа, нужно обработать всю статистику полетов, разделив на статистику положительных полетов (полетов без замечаний) и статистику отрицательных полетов (полетов с замечаниями, отклонениями ... катастрофами). Таким образом, производится исследование вопросов безопасных полетов по общей теории процессов.

К сожалению, анализ состояния теории и практики показал, что, фактически управление положительными полетами в целях безопасности выпало из сферы управления безопасностью. Появилась необходимость разработки классификации положительных полетов для управления безопасностью. При этом, основная статистика – полеты без замечаний.

Классификация положительных полетов позволила производить управление безопасностью не апостериорно, а *a priori*, т.е. до совершения отрицательных явлений. Процессная классификация разделяет положительные полеты по уровню неопределенности на факторно-безопасные (ФБ), относительно факторно-безопасные (ОФБ) и предельно факторно-неопределенные (ПФН) (рис. 2).

Разделение нормальных полетов (без замечаний) на три категории и выделение категории неопределенных полетов прогнозирует и моделирует процесс развития аварийной или катастрофической до того, как она возникла. Нельзя не отметить, что авиакатастрофа – это предельно неопределенный полет по своим этапам, фазам, моментам и обычно она возникает из определенно нормального полета. Нормальный полет может содержать в зародыше катастрофу в виде факторных неопределенностей, т.е. неопределенных изменений параметров, этапов полета.

Нормальные факторно-неопределенные полеты – это источник будущих катастроф и аварий, именно они при увеличении числа факторов, воздействующих на экипажи, переходят в аварии и катастрофы. Поэтому пилоты должны знать о потенциально опасных, но пока нормальных полетах, и тогда они смогут своевременно учесть их и принять меры для недопущения аварийных и катастрофических ситуаций в полетах. Перспективным методом анализа является использование модели информационно-факторного анализа [2], для учета полифакторности процесса полета с позиции процессного подхода.



Рис. 1. Процессный анализ проблемы безопасности полетов

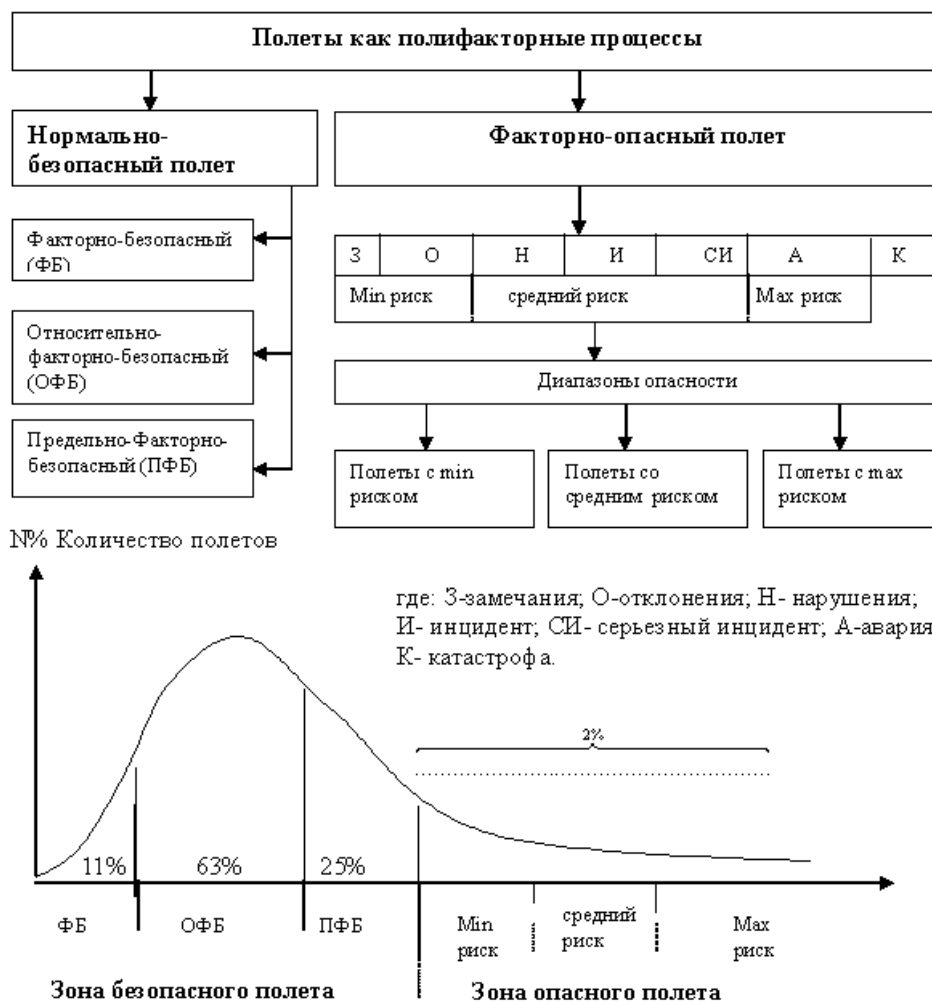


Рис. 2. Анализ полетов как полифакторных процессов и выделение зон опасности и безопасности полетов

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Крылов, А. Н. Мои воспоминания [Текст] / А. Н. Крылов. – Л.: Судостроение, 1984. – 480 с.
2. Аль-Аммори, А. Информационно-факторный анализ как новая информационная технология [Текст] / А. Аль-Аммори // Вісник НАУ. – К., 2010. – № 2. – С. 101-106.

3. Doc. 6920-AN/835/4. Руководство по расследованию авиационных происшествий [Текст] / Межд. организация гражд. авиации. – 4-е изд. – Монреаль: ИКАО, 1993. – 676 с.

Поступила в редколлегию 15.11.2011.
Принята к печати 24.11.2011.