

ТРАНСПОРТНЫЕ ПРОЦЕССЫ В ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ И ИХ ПОЛИФАКТОРНОСТЬ: ДВА ПОДХОДА К МЕТОДОЛОГИИ И СРАВНИТЕЛЬНОЙ АНАЛИТИКЕ

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

В авиации применяется не одна, а две методологии, которые, в сущности, противоположны по своим целям и задачам когда речь идет о защите интересов летного состава: системная и процессная.

Системная методология рассматривает авиационный персонал как элемент авиатранспортной системы (АТС). Такой системный подход является центральным во взглядах ИКАО и используется уже более 30 лет. Это хорошо видно в циркулярах ИКАО по человеческому фактору (ЧФ) и безопасности полетов (БП) [1, 2, 3,].

Процессная методология является антикризисной. Она стала применяться всеми консультативными фирмами пока на уровне системного процесса «вход – процесс – выход» фактически начиная с 2000 года, т.е. со времени появления в стандартах ISO процессного подхода (Process approach)¹ [4] как четвертого принципа создания систем управления качеством (менеджмента). Безусловно, такое применение процессного подхода является недостаточным.

Поэтому рассмотрим применение процессного подхода на уровне международного авиационного проекта «МАП, ПАБП», который реализует авторский процессный подход (АПП), подробно [5].

В сущности, сейчас есть два подхода к явлению полифакторности процессов (рис. 1.). Рассмотрим эти два подхода с акцентом на аспекте применения процессного подхода в авиации с учетом полифакторности полетов.

¹ Качественные различия системной концепции «вход-процесс-выход», применяемой в стандартах ISO как подхода «Process approach», и авторского процессного подхода АПП (АПП) рассмотрены в работе [5]. В статье ограничимся анализом проблемы безопасности полетов и человеческого фактора в авиации.

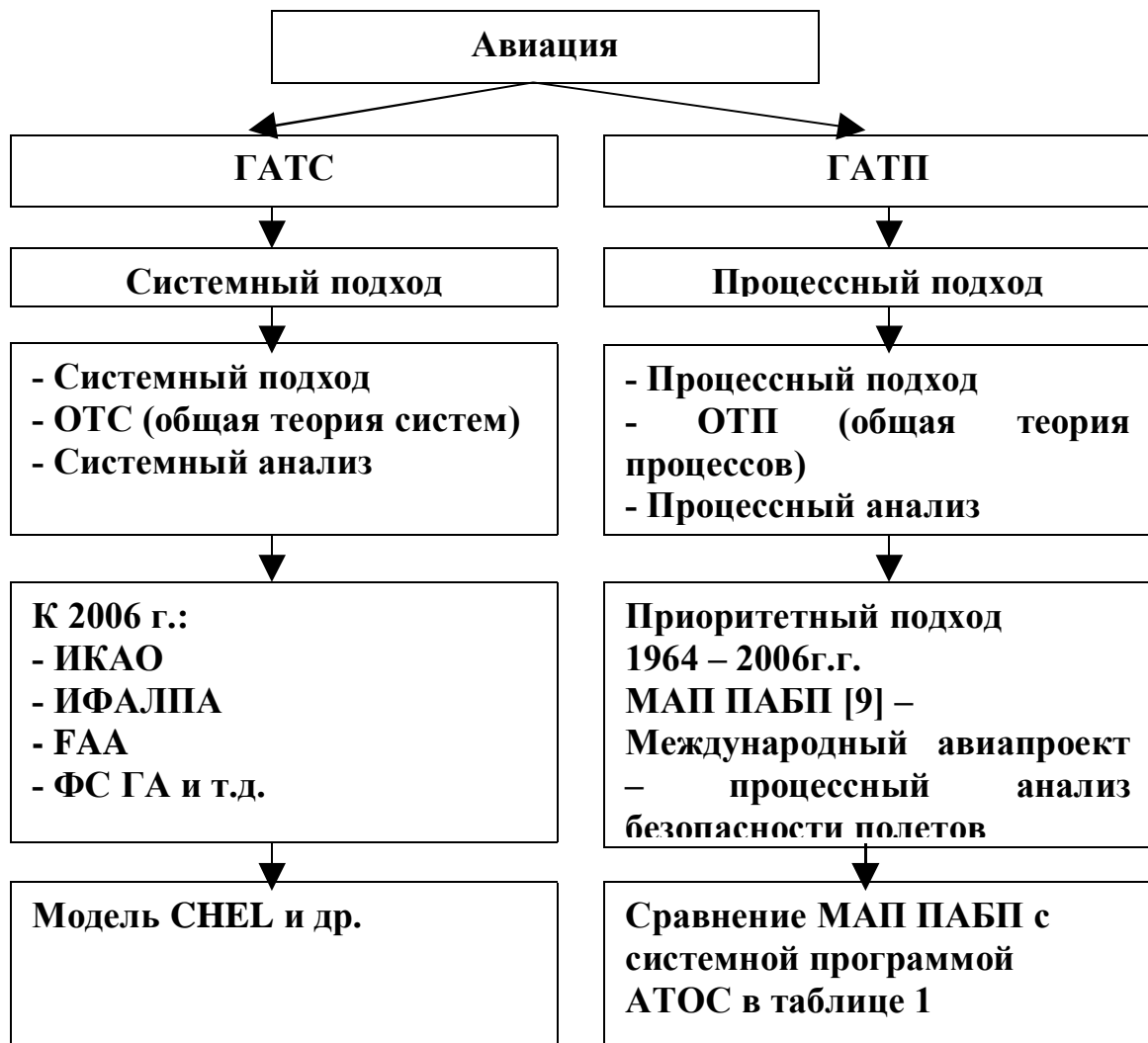


Рис. 1. Два подхода в методологии и аналитике транспортных систем и процессов

В настоящее время в гражданской авиации (ГА) стран-членов ИКАО наблюдается неблагоприятная тенденция постоянного роста доли авиационных происшествий (АП), связанных с человеческим фактором (ЧФ). Величина этой доли в разных странах колеблется от 70% до 90% общего числа АП. Используемые сейчас многочисленные методы анализа и оценки профессиональной деятельности летного состава, его подготовки, не позволяют качественно изменить эту отрицательную тенденцию [5]. Связано это с методологическими недостатками теоретико-системных концепций безопасности полетов и учета ЧФ в гражданской авиации. Можно сказать, что значительную часть доли АП по «вине» летного состава принадлежит не ему, а той теоретической науке, которая обязана «подстраховать» практику –

системному подходу. Но, к сожалению, такой подход изменить тенденцию не может. Поэтому еще в 1994 году был разработан первый в мире международный авиационный проект, который реализует другую методологию и подход – процессную методологию и процессный подход. Как видно из рис. 1 – это диаметрально противоположные подходы, поэтому проект имел другую структуру. Сравнительная аналитика системного и процессного подхода² показана в таблице 1, в которой дается две программы:

- системной программы FAA «АТОС»;
- процессной программы МАП «ПАБП» (разработчик НМЦПА)

Таблица 1

Приоритетная научно-методологическая программа выхода на нулевой уровень аварийности по человеческому фактору (экипажу) в глобальном авиатранспортном процессе. Сравнительная аналитика

Пункты сравнения	Программа МАП «ПАБП»	Программа FAA «АТОС»
Название программ	Международный авиационный проект «Процессный анализ безопасных полетов»	«Сэйфер скайз» «Эртранспорт Оверсайт Систем», АТОС
Начало разработки, внедрения	1985 г.	Внедряется с 1 октября 1998 г. в 10-ти авиакомпаниях
Циклы программ	10 лет- регионы 30 лет- ГАТП	10 лет
Эффективность	Нулевой опорный уровень аварийности в ГАТП	За 10 лет уменьшить показатели аварийности на 80%
Методология программ	Процессный анализ и общая теория процессов	Системный анализ и общая теория систем
Показатели, критерии	Модальные показатели статистических распределений, логарифмических распределений	Система показателей: - семь областей оценки, - 14 групп - 98 элементов оценки
Принципы программ	Учет противодействия полетов неожиданностям	Новая система надзора - от периодики к систематике
Центральные процессы	Полеты без замечаний авиаспециалистов	Нормированные аварийные процессы
Новизна подхода	Приоритетный, новая методология	Сохраняет системную методологию
Основы финансирования	По ст. 10 п. 2 Закона РФ «О государственном регулировании в авиации»	Американское правительство
Источник анализа	Сборник РАН « Проблемы безопасности полетов», 1994-2000г.	Журнал «Авиатранспортное обозрение» май/июнь, 1998г.

² Научно-методологический центр процессного анализа. Международный авиационный проект «ПАБП». Гос. регистрация РФ № 70990000130

На рис. 2 показаны два подхода - системный и процессный - к решению проблемы человеческого фактора (к снятию аварийности по экипажу и эксплуатационному персоналу) в авиации, и определены их качественные различия.

Из рис. 2 видно, что инженерная психология, наука 20 века, занимает ведущее место в разработке и применении процессного подхода.

Центральным моментом в процессном подходе является переход на антистрессовую подготовку (АСП), как метод управления уровнем подготовки ЛС в условиях задачи учета большого количества факторов (ЗУБКФ) [6].

Необходимо также учитывать, что процесс принятия решений в летной деятельности руководителями – это информационный процесс, который включает подготовительный этап принятия решения и само принятие решения. Анализ показывает, что при подготовке важнейших решений встречается два типа задач:

- задачи первого типа, в которых главным элементом при подготовке решений является выбор критерия;

- задачи второго типа, в которых при подготовке решений главным элементом является выбор теории.

На практике при научном анализе поведения обобщенных критериев встречаются следующие основные трудности:

1. Число факторов стремится к бесконечности.
2. Факторы взаимосвязаны и не варьируются.

В такой ситуации трудно собрать информацию для принятия решений по заранее заданному критерию, то есть при подготовке решений затруднения носят, прежде всего, чисто информационный характер. Преодоление этих трудностей возможно с помощью решения задач учета множества факторов (полифакторности), взаимосвязанных между собой.

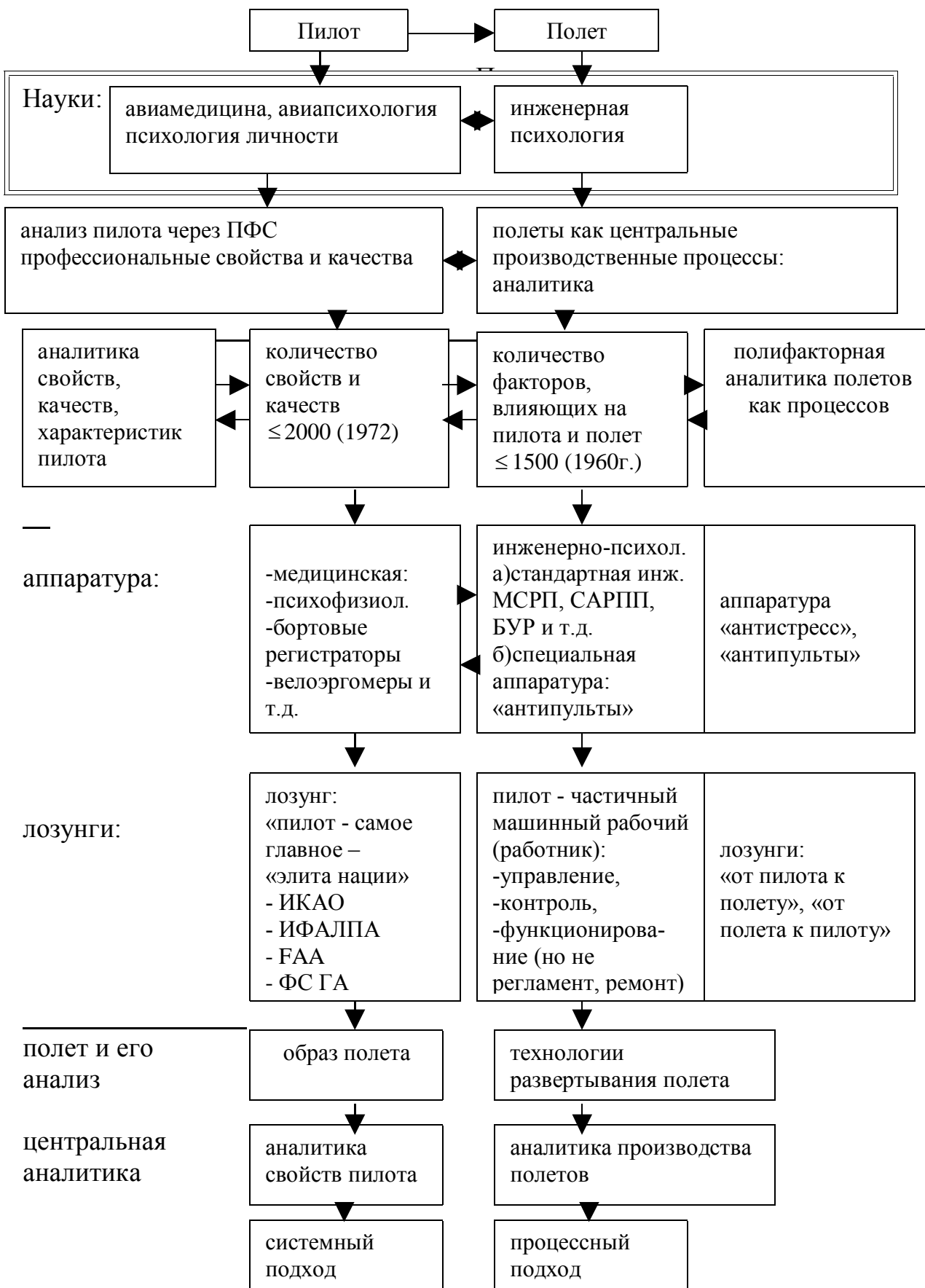


Рис. 2. Два подхода при решении проблемы человеческого фактора в авиации (отличие по предмету исследований)

В связи с тем, что затруднения носят информационный характер, они могут быть описаны с использованием понятия – «поток информации» или характеристический параметр потока информации (η).

Тогда, общий вид критерия:

$$E = \varphi(f_1, f_2, \dots, f_n), \text{ где } f_1, f_2, \dots, f_n \text{ – действующие факторы.}$$

Затруднения, которые встречаются на практике, описываются:

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

2. Факторы взаимодействуют:

$$E = \varphi_{\eta \rightarrow \infty}(f_1 \in f_2 \in \dots \in f_n)$$

3. Факторы не варьируются $f_1, f_2, \dots, f_n - const$.

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 принятой теории как системы преобразований: это касается и теории факторной цепи ИКАО.

Какое явление в процессной аналитике транспортных процессов является общим, родовым?

Это явление ЗУБКФ – учет действия многих факторов, взаимосвязанных между собой или взаимодействующих между собой [6]. На рис. 3 приводится первая в мире информационная модель учета взаимодействия факторов и решения ЗУБКФ. Из графика видно, что взаимодействие по своей природе предельно и гранично, т.е. действительно является *causa finales* (конечной причиной) событий или явлений, *causa*

процессов. При этом энтропия процесса $S_j = -\sum_{i=1}^n \tau_{ij} \log \tau_{ij}$ достигает максимума или экстремума в зоне 4-5 взаимодействующих факторов.

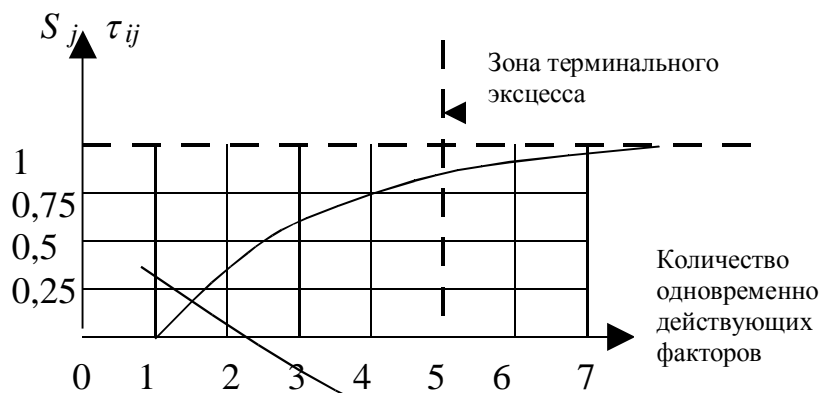


Рис. 3. Информационная модель решения ЗУБКФ

Эта информационная модель использовалась нами более 40 лет и показала свою весьма высокую адекватность идущим реальным процессам, особенно когда речь шла о процессах взаимодействия человека и машины.

Явление действия факторов (ЯДФ) встречается в природе (характере) любого транспортного процесса – полифакторные явления сопровождают процессы эксплуатации воздушных судов, автомобилей, морских судов и поездов. Однако в настоящее время ни один из нормативных документов на транспорте не учитывает полифакторную природу транспортных процессов. За исключением, может быть, инструкций по расследованию тех или иных отрицательных явлений – катастроф, аварий, инцидентов. Факторные перечни имеются также в циркулярах ИКАО по Human factors, но они могут быть использованы только при первичной ориентировке и экспертизе.

При организации антистрессовой подготовки главным вопросом является попытка преодолеть односторонность системного подхода к деятельности оператора. При анализе и учете ЧФ существующие исследования становятся недостаточными (см. левую часть рис. 2), и при их применении специалисты и практики испытывают целый ряд теоретических и практических трудностей. Факторной концепцией в процессах предотвращения АП, используемой ИКАО [2] с 1985 года, не удалось изменить и прекратить рост доли аварий по «вине» человеческого фактора, т.к. основой данной процедуры является так называемая концепция

«факторной цепи», изложенная в руководстве по предотвращению авиационных происшествий ИКАО (1984 г.). Суть концепции состоит в том, что АП никогда не бывают следствием какой-либо отдельной причины, а происходят в результате действия нескольких различных причин. Эти причины и называют аварийным фактором или просто факторами. Под аварийными факторами понимается любое условие, явление или обстоятельство, наличие или отсутствие которого может привести к авиационному происшествию.

Согласно факторной процедуры ИКАО выделяются 114 факторов³, которые создают множество действующих факторов при всех потенциально возможных происшествиях. В руководстве подчеркивается, что успешное предотвращение летных происшествий требует не останавливаться на ошибках личного состава, а «идти дальше в целях определения факторов, лежавших в основе действий человека». Согласно процедуре факторной цепи на это множество факторов действует любая цепь (группа) факторов «длиной» в 13 факторов (в настоящее время фирма Боинг увеличила число факторов до 20), существующих на протяжении полета и приводящих так называемой «точке неизбежности» – пределу способности пилота противодействовать факторным нагрузкам. В результате анализа разрабатываются уведомления об аварийных факторах, рекомендации по обеспечению безопасности полетов, которые рассылаются соответствующим организациям. Очевидно, что позиция ИКАО недостаточно активна, так как 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.

³ На начало 1984 года

Однако основным итогом неверных методологических посылок является то, что в процессах предотвращения авиационных происшествий не учитывается рост по гиперболе количества факторов.

Это закономерность составлена нами на основе анализа данных литературы за последние 20 лет. Таким образом, еще в 1985 - 1992 годах стало ясно, что необходима методологическая доработка теории безопасности полетов, которая позволила бы сначала теоретически, а затем и практически уменьшить долю летного состава в АП, доработка на основе процессного подхода и ОТП⁴.

Методические рекомендации⁵, которые разрабатывались, начиная с 1985 года, по повышению уровня противодействия пилотов факторным накладкам, разработанные на основе процессного подхода, призваны восполнить этот теоретический и методологический пробел и являются одним из первых способов, которые позволяют инструктору и пилоту сначала теоретически, а затем и практически осознать процессы полета в условиях неожиданного воздействия всевозможных отрицательных факторов (факторных накладок). Анализ литературных источников показывает, что проблема учета влияния множества факторов (полифакторность) на профессиональную деятельность в настоящее время является центральной при эксплуатации самолетов нового поколения [7, 8].

В этих условиях на первое место выходят вопросы подготовки и тренировки пилотов в условиях, максимально приближенных к реальной деятельности, и, как следствие, широкое использование тренажеров для подготовки к действиям в экстремальных условиях, то есть при воздействии множества отрицательных факторов (возникновение полифакторности).

Первоначально предполагалось, что проблему подготовки пилотов к действиям в экстремальных условиях можно решить за счет выработки у них жестких автоматизированных навыков управления в каждом конкретном случае. Но вскоре выяснилось, что: во-первых, число экстремальных

⁴ В 1992-94 годах был предложен нами проект циркуляра ИКАО с учетом вышесказанного

⁵ Разрабатывались НМЦПА в сфере АПП с 1985г.

ситуаций, потенциально возможных (и возникающих) в процессе деятельности пилотов, настолько велико, что практически невозможно отработать навыки для всех ситуаций; во-вторых, навык может оказаться неполноценным вследствие его чрезмерной автоматизации, поскольку его жесткая, неизменная структура затрудняет переход и адаптацию к новой или нестандартной ситуации; в-третьих, затрудняется мыслительная деятельность, то есть, может быть неправильный выбор действий. Таким образом, одна только отработка автоматизированных действий принципиально не может обеспечить успех подготовки операторов к действиям в условиях влияния отрицательных факторов.

Некоторыми исследователями в качестве выхода из подобной ситуации предлагается осуществить подготовку пилотов на основе определения классов аварийных ситуаций, к которым пилот должен быть подготовлен. Классы аварийных ситуаций выделяются на основе подобия деятельности. Очевидно, что этот подход, является модификацией изложенного выше и обладает теми же недостатками, что делает его использование нецелесообразным.

В настоящее время можно считать, что действие летчика в нестандартной ситуации невозможно довести до уровня автоматизированного навыка и подготовка к действиям в экстремальных ситуациях должна обеспечить формирование психических механизмов регуляции действий в зависимости от условий деятельности, то есть подразумевается наличие и главенствующая роль волевого, сознательного компонента действия и противодействия.

Однако формирование внутренних механизмов регуляции действий и противодействий не обеспечено методически и методологически, подходы к этой проблеме у разных исследователей существенно различаются. Например, в одних работах основой для построения таких механизмов считается формирование полноценного образа полета. В других – упор делается на выработку психической устойчивости к стрессу, предполагающую, с одной

стороны, отработку действий при возможных осложнениях, с другой – тренировку в быстром принятии решений.

В ряде работ предлагается также система специальной психофизиологической подготовки летного состава, в специфическую часть которой входит формирование психологической готовности, умений и навыков в усложненных и аварийных ситуациях на основе постоянного тренажа с использованием различных средств и методов. Методика сознательной отработки навыков, предлагающая умственный проигрыш всех действий, направлена на подавление у обучаемых отрицательных проявлений безусловно-рефлекторных реакций, вызывающих опасность в полете, должна обеспечивать контроль сознания над ними. Методика предупреждения об опасности, направленная на борьбу с ошибками операторов, основанная на постоянной напоминании об опасности деятельности, также стремится повысить роль сознательного компонента в полете и обеспечить постоянное внимание летного состава.

Известно, что обеспечение безопасности полетов является основным смыслом деятельности ИКАО и рассматривается на уровне межконтинентальной задачи. Президент Совета ИКАО Асаад Котайт в своем послании в 1998 г. сказал: «ИКАО будет последовательно выполнять возложенную на нее основную задачу - способствовать обеспечению наивысшего уровня безопасности полетов, с тем, чтобы у всех была уверенность в том, что «Безопасный полет в XXI век» состоится [8].

В сущности, это принципиально новая постановка проблемы, поэтому в связи с этим новым подходом качественно меняются задачи и структура методов подготовки летного состава (ЛС).

В таблице 2 дается сравнение нового процессного подхода к проблеме безопасности полетов со старым – системным по целому ряду пунктов сравнения. Из таблицы видно, что если уровень БП к марту 1998 года системные специалисты РФ считали предельно низким, то процессные

специалисты доказывали обратное – существует предельно высокий уровень БП.

Для реализации лозунга ИКАО «Безопасный полет в XXI век», безусловно, необходим процессный подход и ОТП, так как именно такая методология направлена на решение проблемы безопасности полетов и человеческого фактора.

Таблица 2

**Сравнение оценок безопасности полетов (БП) в РФ по двум концепциям:
ПКБП ГАТП и СКОП ГАТС (итоги сравнения к марту 1998г.) [9, 10]**

Пункты сравнения	Процессная концепция безопасности полетов ПКБП ГАТП	Системная концепция опасности полетов-существующие подходы МАК и т.д (СКОП ГАТС)
Общая оценка БП в РФ по результатам полетов	Предельно высокая по уровню БП (модальные показатели)	Предельно низкая по уровню БП (показатели опасности)
Тенденции оценки БП	Позитивная в целом по РФ (регионы)	Негативная в целом по РФ (регионы)
Отрицательные тенденции и их оценка	Повышение уровня опасности рыночных полетов на новых маршрутах	Снижение уровня БП рыночных полетов
Анализ причин АП и авиакатастроф	Границы ЭКПК ⁶ , переход к КТКПК ⁷	До 85,2% всех АП по вине летного состава
Сравнение уровней БП РФ и США	Эквиваленты по диапазонам безопасности и опасности	У США уровень БП выше
Расходы на повышение БП в масштабе РФ	Сборы по БП отсутствуют	Сборы по БП : не - менее 400 млн. деноминированных рублей ежегодно
Расходы на снижение опасности полетов	Внутри авиакомпаний не менее 3%, создание фондов по БП авиакомпаний	Снижение не предусмотрено, только стабилизация уровня аварийности
Уровень аварийности по человеческому фактору (экипажу)	Обеспечивает нулевой уровень по ЧФ	Величина неопределенная
Статистика полетов	Центральная по положительным безопасным полетам	Только статистика по АП и катастрофам
Центральная юридическая категория	Полеты ВС как процессы	АТС и ее свойства

⁶ ЭКПК – эксплуатационная концепция причинности катастроф

⁷ КТКПК – конструктивно-технологическая концепция причинности катастроф

При переходе на антистрессовую подготовку (АСП) становится ясно: какие задачи надо решать, и какими методами руководствоваться при выходе на факторные технологии учета полифакторных процессов, влияющих на безопасность полетов. Что нового при этом?

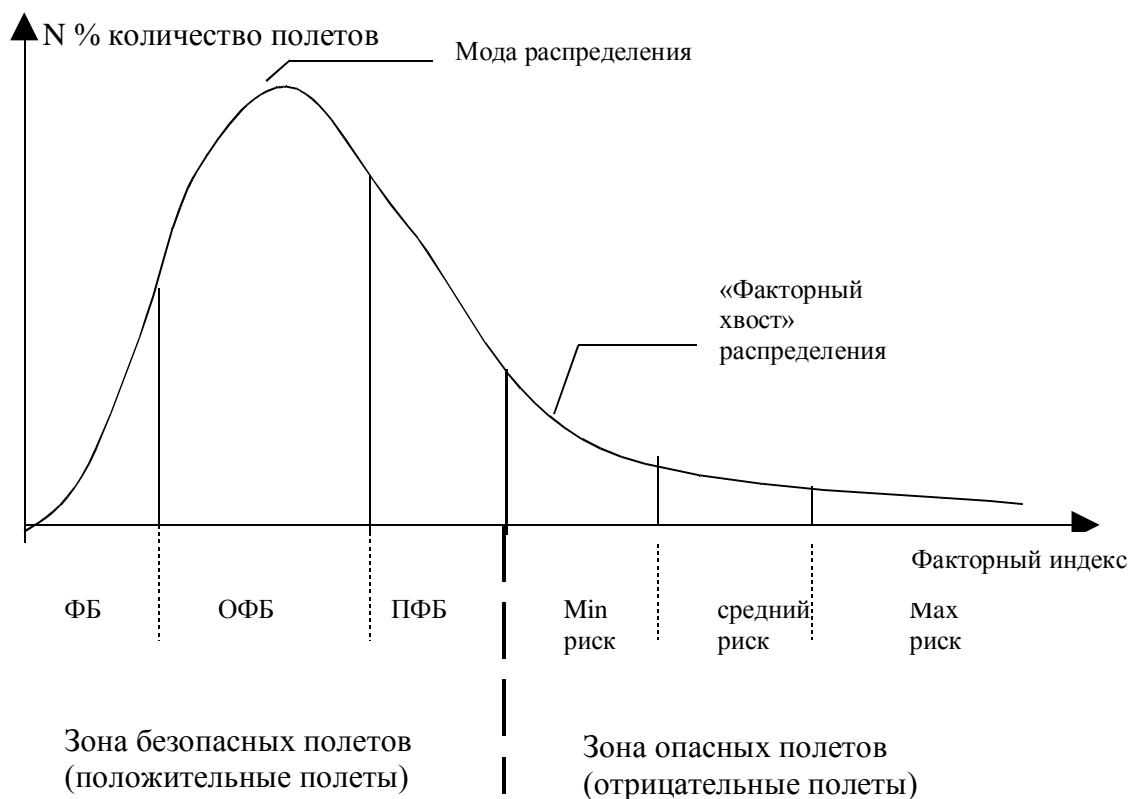
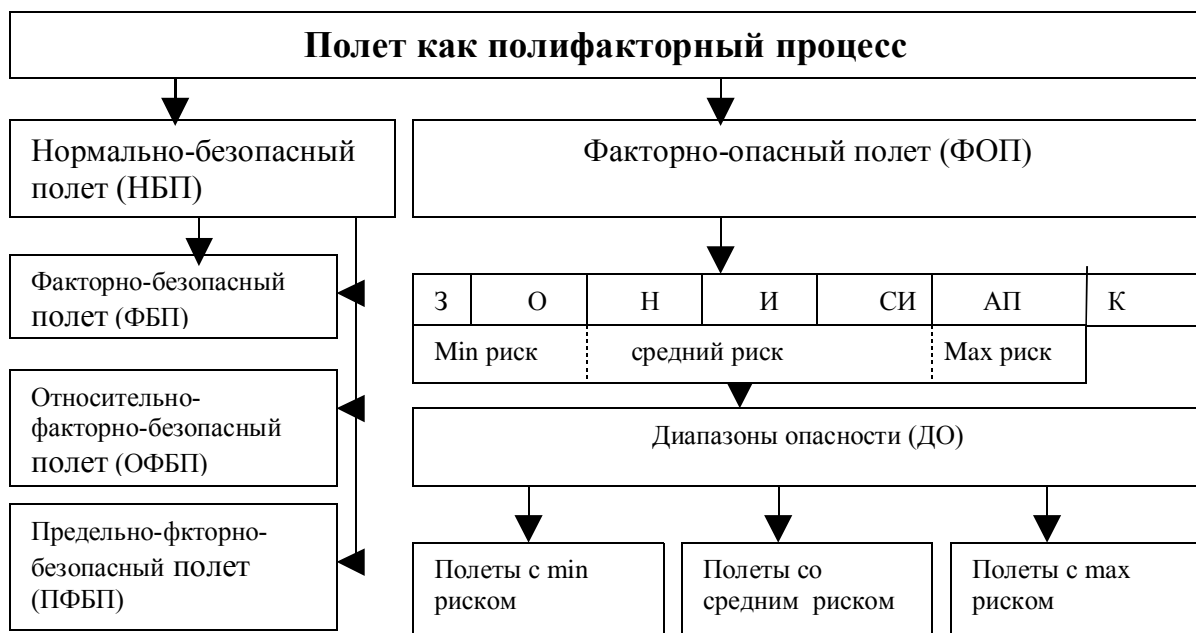
С помощью процессного подхода необходимо рассматривать авиакатастрофы как явления перехода от нормального полета к факторному полету.

В документах ИКАО обычно факторы обобщаются автоматизированной информационно-поисковой системой ADREP [11], в которой на сегодняшний день имеется перечень в 1800 факторов, но взаимодействия факторов такая система не учитывает.

Для изучения природы влияния этих факторов и раскрытия причины аварий и катастроф мы рассматриваем полеты как безопасные и опасные (рис. 4.).

Безопасный полет – это полет без замечаний авиаспециалистов.

Опасные полеты - это полеты в диапазоне от полета с минимальным риском до полета с максимальным риском (полет в зоне от замечания до катастрофы). С помощью такого подхода можно обучать ЛС и оценить эффективность их деятельности более результативно, чем существующими подходами. Структура подхода показана на рис. 3.



где: З - замечания; О - отклонения; Н - нарушения; И - инцидент; СИ - серьезный инцидент; АП - авиaproишествие; К - катастрофа.

Рис. 4. Анализ полета как полифакторного процесса при процессном подходе

Выводы

1. При анализе процессов обучения ЛС нашими подходами необходимо представить процессы полета как совокупность сложных полифакторных процессов.

2. При таком представлении совершается переход от обучения в условиях нормальной эксплуатации к факторным полетам.

3. При обучении ЛС на комплексном тренажерном самолете (КТС) методом факторной эксплуатации происходит переход на подготовку ЛС по противодействиям, а не просто по действиям экипажа.

4. В соответствии с типовой моделью взаимодействия факторов при тренажерной подготовке необходимо для оценки противодействия вводить одновременно не менее 4-5 отказов.

5. При учете факторного противодействия тенденция аварийности по ЧФ и ее рост может быть изменены до уровня нулевой аварийности по экипажу.

6. Внедрение процессного подхода при снятии системной концепции «вход-процесс-выход» позволяет реализовать действительно высокую эффективность такого подхода. В противном случае, эффект от внедрения процессного подхода будет нулевой на уровне старого системного подхода.

Литература

1. Циркуляр ИКАО по учету человеческого фактора № 216-AN/131. – 1990 г.

2. Руководство по предотвращению аварийных происшествий (ДОС. 9422 - А/923)/ ИКАО, 1984. - 138 с.

3. Циркуляр ИКАО 1990 229-А /137 Человеческий фактор. Сборник материалов 1990, № 4.

4. ISO 9000 – 2001. Системы управления качеством.

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

6. *Хохлов Е. М.* Решение задачи учета большого количества взаимодействующих факторов кольцевым анализом при противодействии

авиаспециалистов факторным нагрузкам // Эргономические проблемы профессионального отбора подготовки и адаптации на производстве авиационных специалистов. - Киев: КИИГА. - 1985. - с. 80-90.

7. *Аль-Аммори Али* Информационно-факторный анализ как стратегический принцип борьбы с пожарами силовой установки ВС// Проблемы безопасности полетов. - Москва: ВИНТИ. - 1997. - № 4. – С. 21-31.

8. *Аль-Аммори Али, Дагман Я.* Пути научного обоснования и реализации подхода ИКАО к проблеме безопасности полетов // Проблемы безопасности полетов. - Москва: ВИНТИ. -2000. - № 7 - С 3-13.

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

10. *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.

11. Циркуляр ИКАО Представление данных об авиационных происшествиях и инцидентах (ADREP). – 1987.