

# МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ЧЕЛОВЕКОМ-ОПЕРАТОРОМ СОЦИОТЕХНИЧЕСКОЙ АВИАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

Т.Р. Джафарзаде<sup>1</sup>, Т.Ф. Шмелева<sup>2</sup>, Ю.В. Сикирда<sup>3</sup>

Национальная академия авиации Азербайджана, г. Баку<sup>1</sup>

Национальный авиационный университет, г. Киев<sup>2</sup>

Кировоградская летная академия

Национального авиационного университета, г. Кировоград<sup>3</sup>

*Проведен социотехнический анализ аэронавигационной системы, в результате которого классифицированы, формализованы и системно обобщены разнородные факторы, влияющие на принятие решения человеком-оператором в ожидаемых и неожиданных условиях эксплуатации воздушного судна. Получены базовые модели пилотов и диспетчеров гражданской авиации, а также военных пилотов и штурманов для исследования влияния на их профессиональную деятельность социально-психологических и индивидуально-психологических факторов. Определено влияние системы предпочтений пилотов и диспетчеров гражданской авиации на концепцию их поведения.*

**Ключевые слова:** социотехническая аэронавигационная система, человек-оператор, социально-психологические факторы, индивидуально-психологические факторы, полетная ситуация, система предпочтений, концепция поведения, выбор оператора, положительный (отрицательный) полюс.

**Введение.** В мировой транспортной системе важное место принадлежит авиации. Необходимой составляющей авиационного транспорта является аэронавигационная система (АНС), которая обеспечивает организацию воздушного движения безопасным, регулярным и эффективным аэронавигационным обслуживанием. Выполнение этих требований при различной интенсивности и плотности полетов, неблагоприятных погодных условиях, возможных отказах средств аэронавигации и влиянии человеческого фактора является сложной задачей, решением которой занимаются ученые и авиационные специалисты в течение всей истории авиации. Статистические данные об авиационных происшествиях (АП) за последние десятилетия указывают на доминирующее влияние человеческого фактора на общее количество АП, которое составляет около 80% [1–3].

Значительная часть АП (49%) приходится на сознательные нарушения членами экипажей воздушных судов (ВС) летных законов, правил и инструкций [1] и нарушения в процессе предполетной подготовки (42%) [3]. Это свидетельствует о том, что, во-первых, АНС по принципам функционирования следует считать социотехнической системой (СТС), и, во-вторых, что именно оптимизация социально-психологических факторов как в процессе выполнения полета, так и на стадии предполетной подготовки обуславливает большие возможности сокращения количества АП.

Аэронавигационная социотехническая система представляет собой сложную крупномасштабную, высокотехнологическую человеко-машинную систему, функционирование которой связано с деятельностью человека-оператора (Ч-О) в условиях высокого риска / высокой опасности; результаты действий Ч-О могут быть опасными, часто катастрофическими с точки зрения потери жизни и имущества [4]. Чем больше Ч-О с помощью высоких технологий контролирует производственный процесс, тем более непрозрачным становится результат деятельности системы, что сопровождается высокой степенью риска возникновения катастрофических последствий [5].

Важным является проведение исследований закономерностей деятельности операторов АНС в ожидаемых и неожиданных условиях эксплуатации ВС, своевременная оценка и предупреждение развития полетной ситуации в сторону усложнения благодаря учету индивидуальных качеств лица, принимающего решения (ЛПР). Систематизация и формализация факторов профессионального (уровень знаний, навыков, умений) и непрофессионального характера (физических, физиологических, индивидуальных, психологических, социальных и т.п.), которые влияют на Ч-О в момент принятия решения (ПР), и представление АНС как СТС позволяет учесть влияние социальной культурной среды на ЛПР. Актуальным является также применение результатов исследований в техногенном производстве, а именно в атомной энергетике и химической промышленности, для предупреждения угроз на оперативном уровне при опасном управлении эксплуатационного персонала как мониторинг эмоционального состояния оператора сложного производства.

**Обзор.** Эволюцию авиационных систем в сторону социотехнических систем можно исследовать по изменениям и дополнениям известной модели человеческого фактора SHELL (1972 г.) интерфейсами, связанными с культурой Ч-О – «SCHELL model and CRM» – «Software (процедуры), Culture (культура), Hardware (техника), Environment (окружающая среда), Liveware (субъект), Liveware (люди)» [6].

Исследование процессов, связанных с ПР Ч-О, относится к задачам: классической и инженерной психологии (моделирование операторской деятельности в авиации и космонавтике – В.Ф. Венда, В.Г. Денисов, В.Ф. Онищенко; моделирование динамических характеристик Ч-О – И.Е. Цибулевский, В.Н. Казак; характеристики Ч-О – М.А. Котик, Б.Ф. Ломов и др.); социальной психологии (групповое ПР – Г.М. Андреева, Д. Майерс, Дж. Морено, Н.В. Бахарева; восприятие информации, ПР как способа организации взаимодействия с внешней средой – К. Бриггс, И. Майерс; информационный обмен личности со средой – А. Аугустинавичюте, соционика с применением в системе профессионального отбора авиационных специалистов – Н.Ф. Михайлик). При этом авторы придерживаются разных представлений о фундаментальных характеристиках человеческой личности, их функциях и значимости в процессе осуществления операторской деятельности, в том числе взаимодействий в коллективе и с окружающей средой. Исследования направлены на решение отдельных вопросов; интеграция их результатов в рамках системного подхода еще осуществлена.

Разнородность факторов, влияющих на принятие решений оператором, и их естественная нестабильность не позволяет для оптимизации АНС как СТС в целом применить классические методы агрегирования, принятые для многокритериальных задач, например, методы паретооптимальной оптимизации. Поэтому актуальной задачей является проведение социотехнического анализа АНС, систематизация и формализация факторов, влияющих на ПР Ч-О АНС. Для исследования закономерностей деятельности Ч-О в АНС как СТС особую значимость имеет выявление личностных свойств Ч-О и определение соответствующих моделей предпочтений, которые описывают приоритеты Ч-О АНС согласно его поведению на множестве выбора [7; 8].

**Задачами статьи являются:**

1. Проведение социотехнического анализа АНС, систематизация, формализация и обобщение факторов, влияющих на ПР Ч-О АНС .
2. Получение базовых моделей пилотов и диспетчеров гражданской авиации (ГА), пилотов и штурманов военной авиации (ВА) для определения влияния социально-психологических факторов при возникновении внештатной ситуации.
3. Определение системы предпочтений военных пилотов и штурманов относительно значимости влияния индивидуально-психологических факторов при развитии полетной ситуации от нормальной до катастрофической.
4. Исследование влияния системы предпочтений на концепцию поведения пилотов и диспетчеров ГА.

**Социотехнический анализ АНС.** Как показал социотехнический анализ АНС [8-11], на Ч-О в процессе выполнения профессиональных обязанностей влияет множество факторов, систематизация которых позволяет оценить качество ПР и эффективность работы системы в целом, а также оптимизировать деятельность операторов.

Определено, что Ч-О АНС находится под влиянием следующих факторов:

– профессиональных факторов (professional factors) (1):

$$\bar{F}_p = F_{ed}, F_{exp} \quad (1)$$

где  $F_{ed}$  – профессиональное обучение [12];

$F_{exp}$  – профессиональная деятельность [13];

– факторов непрофессионального характера (non-professional factors) (2):

$$\bar{F}_{np} = F_{sp}, F_{ip}, F_{pf} \quad (2)$$

где  $F_{sp}$  – социально-психологические качества Ч-О;

$F_{ip}$  – индивидуально- психологические качества Ч-О;

$F_{pf}$  – психофизиологические качества Ч-О.

Предложен метод обобщения неоднородных факторов с помощью теоретико-множественного подхода, позволяющего учесть структурную иерархичность, разнородность, динамическую нестабильность факторов профессиональной и непрофессиональной деятельности, влияющих на ПР Ч-О АНС, и определить условия для их оценки (4):

$$\bar{F} = \bar{F}_p \cup \bar{F}_{np} \cup \bar{F}_{st}, \quad (4)$$

где  $\bar{F}_p = \bar{F}_{ed}, \bar{F}_{exp}$  – факторы профессиональной деятельности Ч-О;

$\bar{F}_{ed}, \bar{F}_{exp}$  – знания, навыки, умения, полученные Ч-О в процессе обучения и профессиональной деятельности соответственно;

$\bar{F}_{np} = \bar{F}_{ip}, \bar{F}_{pf}, \bar{F}_{sp}$  – факторы непрофессионального характера;

$\bar{F}_{ip} = \{f_{ipt}, f_{ipa}, f_{ipp}, f_{ipth}, f_{ipi}, f_{ipn}, f_{ipw}, f_{iph}, f_{exp}, f_{me}\}$  – множество индивидуально-психологических качеств Ч-О (темперамент  $f_{ipt}$ ; внимание  $f_{ipa}$ ; восприятие  $f_{ipp}$ ; мышление  $f_{ipth}$ ; воображение  $f_{ipi}$ ; воля  $f_{ipw}$ ; здоровье  $f_{iph}$ ; опыт  $f_{exp}$ ; память  $f_{me}$ );

$\bar{F}_{pf} = \{f_{pft}, f_{pfn}, f_{pft}, f_{pfd1}, f_{pfd2}, f_{pfd3}\}$  – множество психофизиологических качеств Ч-О (временная задержка сенсорной реакции Ч-О  $f_{pft}(T_r)$ ; нервно-мышечное запаздывание  $f_{pfn}(T_n)$ ; коэффициент усиления Ч-О  $f_{pft}(T_i)$ , зависит от времени на ПР; спонтанный тип деятельности Ч-О  $f_{pfd1}(D_1)$ ; эмоциональный тип деятельности Ч-О  $f_{pfd2}(D_2)$ ; рассудительный тип деятельности Ч-О  $f_{pfd3}(D_3)$ );

$\bar{F}_{sp} = \{f_{spm}, f_{spe}, f_{sps}, f_{spp}, f_{spl}\}$  – множество социально-психологических качеств Ч-О (духовные и культурные ориентиры личности  $f_{spm}$ ; экономические интересы личности  $f_{spe}$ ; социальные приоритеты личности  $f_{sps}$ ; политические взгляды личности  $f_{spp}$ ; отношение к правовым нормам личности  $f_{spl}$ );

$\bar{F}_{st} = \{F_{st}\}$  – множество социотипов Ч-О.

На рис. 2 представлено комплексное воздействие факторов профессиональной деятельности и непрофессионального характера на ПР Ч-О АНС, на рис. 3 – графическая интерпретация метода обобщения неоднородных факторов с помощью теоретико-множественного подхода.

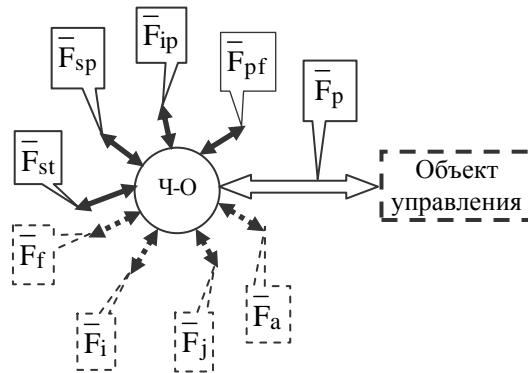


Рис. 2. Комплексное влияние факторов профессиональной и непрофессиональной деятельности на ПР Ч-О АНС

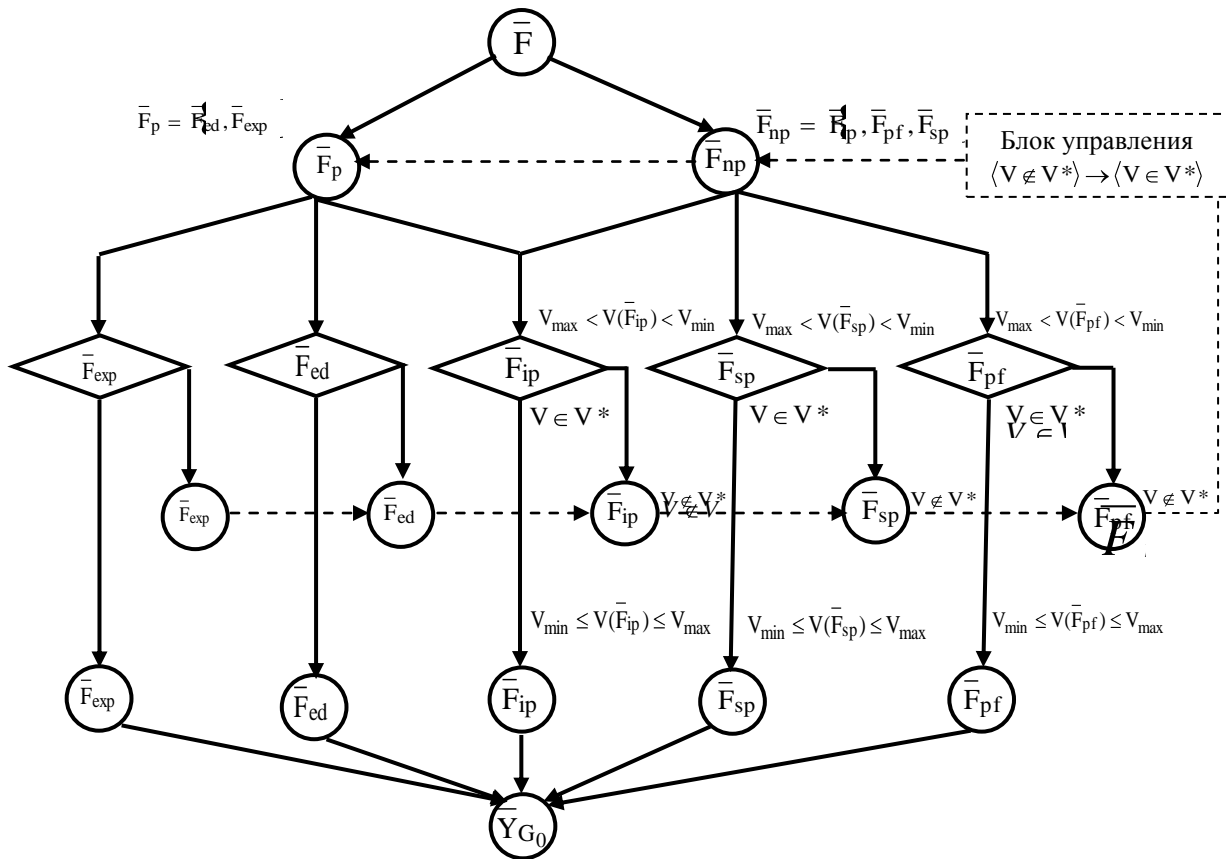


Рис. 3. Графическая интерпретация метода обобщения неоднородных факторов

**Базовые модели предпочтений операторов АНС относительно важности влияния социально-психологических факторов.** Степень важности влияния социально-психологических факторов на Ч-О АНС в случае возникновения внештатной ситуации в полете определена методом экспертных оценок путем обработки анкет, которые заполнили респонденты из числа пилотов и диспетчеров ГА [8; 11]. Полученные на примере пяти социально-психологических факторов результаты (табл. 1, рис. 1) показали, что респонденты-пилоты уделяют наибольшее внимание социальным показателям и наименьшее – духовным ценностям. В свою очередь, респонденты-диспетчеры максимум внимания уделяют экономическим и социальным показателям и значительно больше внимания, по сравнению с пилотами, – нормативно-правовым принципам. Системы предпочтений пилота и диспетчера ГА (пять факторов):

– система предпочтений пилота ГА (4):

$$S_p = f_{sps} > f_{spe}, f_{spp} > f_{spl} > f_{spm}; \quad (4)$$

– система предпочтений диспетчера ГА (5):

$$S_p = f_{sps}, f_{spe} > f_{spl} > f_{spp} > f_{spm}, \quad (5)$$

где  $f$  – ранг фактора в соответствии с моделью предпочтений Ч-О (табл. 1).

Респонденты – военные пилоты и штурманы разных возрастных категорий с разным профессиональным опытом – определили влияние социально-психологических факторов на ПР в процессе их профессиональной деятельности. Эксперимент был проведен на базе военных частей А2099 и А0780 Воздушного командования «ЗАПАД» [8]. В результате сравнения значений весовых коэффициентов были определены системы предпочтений влияния социально-психологических факторов специалистов ВА. Полученные результаты по системе предпочтений значимости социально-психологических факторов специалистов ВА показали, что респонденты – военные пилоты и штурманы – уделяют наибольшее внимание социальным и экономическим показателям (табл. 1, рис. 1).

Системы предпочтений пилота и штурмана ВА:

– система предпочтений пилота ВА (6):

$$S_p = f_{sps} > f_{spe} > f_{spl} > f_{spp} > f_{spm}; \quad (6)$$

– система предпочтений штурмана ВА (7):

$$S_p = f_{sps} > f_{spe} > f_{spl} > f_{spp} > f_{spm}, \quad (7)$$

где  $f$  – весовой коэффициент фактора согласно системы предпочтений (табл. 1).

Системы предпочтений Ч-О (пилотов и диспетчеров ГА и пилотов и штурманов ВА) при определении значимости социально-психологических факторов, влияющих на Ч-О при ПР во внештатных ситуациях, определяются на множестве  $\bar{F}_{sp} = \{f_{spm}, f_{spe}, f_{sps}, f_{spp}, f_{spl}\}$  в соответствии с табл. 1.

Сравнительный анализ систем предпочтений социально-психологических факторов, влияющих на Ч-О при ПР (пять факторов) на множестве  $\bar{F}_{sp} = \{f_{spm}, f_{spe}, f_{sps}, f_{spp}, f_{spl}\}$  показал, что пилоты и диспетчеры ГА и пилоты и штурманы ВА имеют сходные модели предпочтений в соответствии с нормами общества, то есть, отдают предпочтение социальным и экономическим интересам личности (рис. 1).

Таблица 1

Системы предпочтений относительно важности влияния социально-психологических факторов

№ п/п	Социально-психологические факторы	Код	Вес фактора, w			
			Пилот ГА	Диспетчер ГА	Пилот ВА	Штурман ВА
1	Духовные и культурные ориентиры личности	$f_{spm}$	0,07	0,07	0,07	0,07
2	Экономические интересы личности	$f_{spe}$	0,23	0,30	0,27	0,27
3	Социальные приоритеты личности	$f_{sps}$	0,33	0,30	0,33	0,33
4	Политические взгляды личности	$f_{spp}$	0,23	0,13	0,13	0,13
5	Отношение к правовым нормам личности	$f_{spl}$	0,14	0,20	0,20	0,20

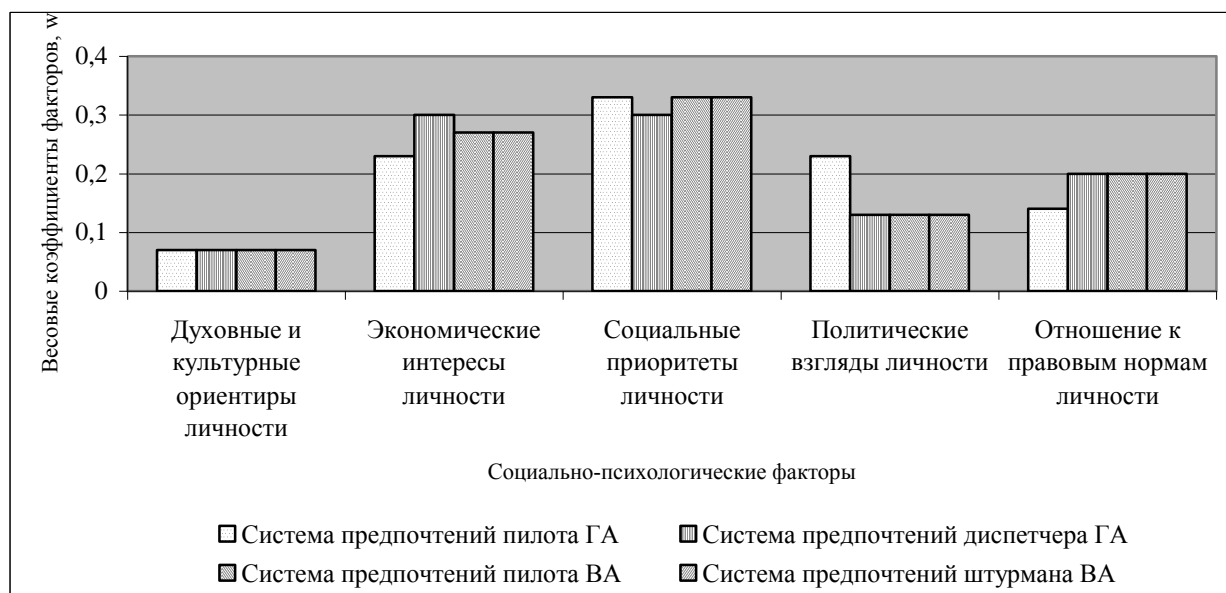


Рис. 1. График визуализации системы предпочтений ЛПР (пилоты и диспетчеры ГА, пилоты и штурманы ВА) относительно влияния на операторское решение социально-психологических факторов при возникновении внештатной ситуации в полете (пять факторов)

В результате проведения декомпозиции социально-психологических факторов на 13 подфакторов (религиозные взгляды, философские взгляды, карьера, авторитет, корпоративные интересы, экономический

интерес предприятия, личный экономический интерес, интересы семьи, интересы коллег, интересы руководства компании, имидж, политический интерес, правовые нормы) [14; 15] и более детального анализа их влияния определено, что на деятельность как пилотов, так и диспетчеров, которые принимали участие в исследовании, существенно влияют интересы семьи, собственное экономическое положение, перспективы карьерного роста, интересы коллег, собственный авторитет и имидж корпорации. В то же время респонденты-диспетчеры по сравнению с респондентами-пилотами большее внимание уделяют правовым нормам (табл. 2, рис. 2). Системы предпочтений пилота и диспетчера ГА (13 факторов):

– система предпочтений пилота ГА (8):

$$S_p = f_{spf} \succ f_{spn} \succ f_{sps} \succ f_{spk} \succ f_{spa} \succ f_{spe} \succ f_{spm} \succ f_{spz} \succ f_{spl} \succ f_{spc} \succ f_{spd} \succ f_{spr}, f_{spp} ; \quad (8)$$

– система предпочтений диспетчера ГА (9):

$$S_p = f_{spf} \succ f_{spn} \succ f_{sps} \succ f_{spk} \succ f_{spa} \succ f_{spe} \succ f_{spm} \succ f_{spz} \succ f_{spl} \succ f_{spc} \succ f_{spd} \succ f_{spp} \succ f_{spr} , \quad (9)$$

где  $f$  – ранг фактора в соответствии с системой предпочтений (табл. 2).

Таблица 2

Система предпочтений Ч-О (пилота, диспетчера ГА) относительно важности влияния социально-психологических факторов на ПР в случае возникновения внештатной ситуации в полете (13 факторов)

№ п/п	Социально-психологические факторы	Код	Пилот		Диспетчер	
			Ранг фактора, r	Вес фактора, w	Ранг фактора, r	Вес фактора, w
1	Религиозные взгляды	$f_{spr}$	12,5	0,02	13	0,01
2	Философские взгляды	$f_{spp}$	12,5	0,02	12	0,02
3	Материальное состояние предприятия	$f_{spm}$	7	0,08	7	0,08
4	Материальное состояние личности	$f_{spn}$	2	0,13	2	0,13
5	Интересы семьи	$f_{spf}$	1	0,14	1	0,14
6	Карьера	$f_{sps}$	3	0,12	3	0,12
7	Авторитет	$f_{spa}$	5	0,10	5	0,10
8	Имидж предприятия	$f_{spe}$	6	0,09	6	0,09
9	Интересы коллег	$f_{spk}$	4	0,11	4	0,11
10	Интересы руководства компании	$f_{spc}$	10	0,04	10	0,04
11	Имидж личности	$f_{spz}$	8	0,07	8	0,07
12	Политические взгляды	$f_{spd}$	11	0,03	11	0,03
13	Правовые нормы	$f_{spl}$	9	0,05	9	0,06

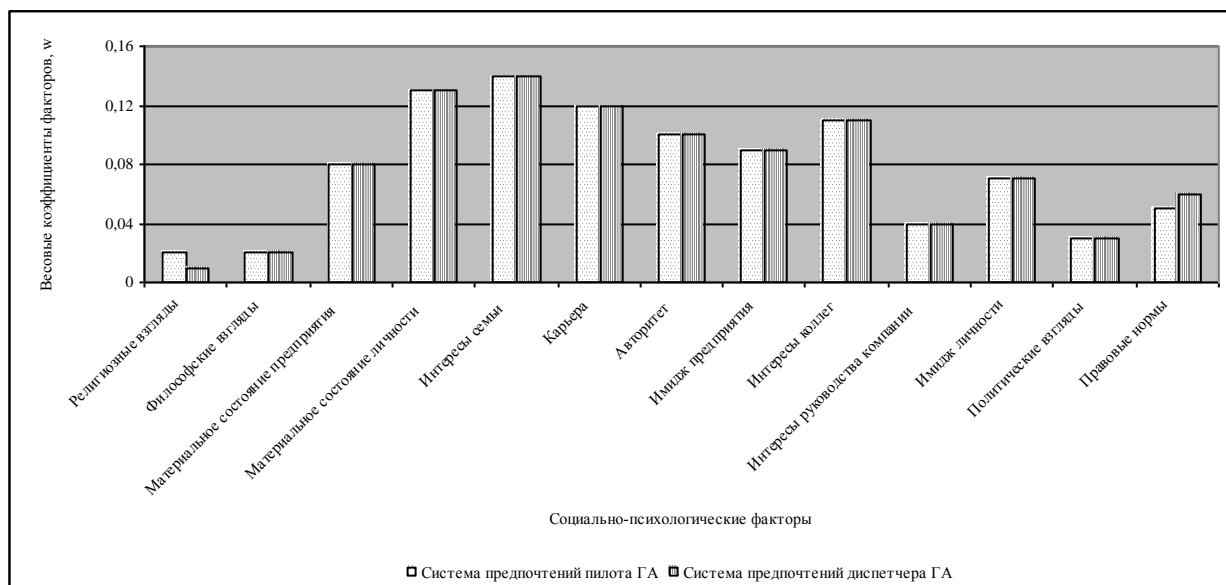


Рис. 2. График визуализации системы предпочтений ЛПР (пилота, диспетчера ГА) относительно влияния на операторское решение социально-психологических факторов (13 факторов)

**Базовые модели предпочтений пилотов и штурманов ВА относительно важности влияния индивидуально-психологических факторов.** Проведено исследование с военными пилотами и штурманами относительно значимости влияния индивидуально-психологических факторов при развитии полетной ситуации от нормальной до катастрофической [8] (табл. 3). Графическая интерпретация весовых коэффициентов значимости индивидуально-психологических факторов военных пилотов и штурманов в условиях развития полетных ситуаций представлена на рис. 3а (индивидуальные качества пилотов) и рис. 3б (индивидуальные качества штурманов).

Результаты анализа систем предпочтений пилотов и штурманов показали, что опыт, воля, здоровье, восприятие информации являются наиболее значимыми в случае возникновения внештатной полетной ситуации для штурманов ВА, для пилотов ВА – это прежде всего здоровье, опыт, темперамент, воля; темперамент более важен для пилота, чем для штурмана, а для штурманов важнее мышление.

Таблица 3

Значимость индивидуально-психологических факторов военных пилотов и штурманов в условиях развития полетной ситуации

№ п/п	Индивидуально-психологические факторы	Ко д	Весовые коэффициенты факторов, w									
			Простая ситуация, G <sub>s1</sub>		Усложненная ситуация, G <sub>s2</sub>		Сложная ситуация, G <sub>s3</sub>		Аварийная ситуация, G <sub>s4</sub>		Катастрофическая ситуация, G <sub>s5</sub>	
			Пилот	Штурман	Пилот	Штурман	Пилот	Штурман	Пилот	Штурман	Пилот	Штурман
1	Темперамент	f <sub>ipt</sub>	0,11	0,02	0,11	0,03	0,13	0,04	0,17	0,07	0,17	0,04
2	Внимание	f <sub>ipa</sub>	0,16	0,13	0,16	0,16	0,16	0,16	0,11	0,16	0,11	0,13
3	Восприятие	f <sub>ipp</sub>	0,07	0,09	0,09	0,10	0,09	0,13	0,17	0,13	0,17	0,16
4	Мышление	f <sub>ipth</sub>	0,04	0,11	0,07	0,10	0,07	0,11	0,07	0,09	0,07	0,09
5	Воображение	f <sub>ipi</sub>	0,09	0,07	0,04	0,03	0,04	0,02	0,04	0,02	0,04	0,02
6	Натура	f <sub>ipn</sub>	0,02	0,04	0,02	0,07	0,02	0,07	0,02	0,04	0,02	0,07
7	Воля	f <sub>ipw</sub>	0,13	0,18	0,13	0,18	0,11	0,18	0,09	0,18	0,09	0,18
8	Здоровье	f <sub>iph</sub>	0,19	0,16	0,19	0,13	0,19	0,09	0,16	0,11	0,16	0,11
9	Опыт	f <sub>exp</sub>	0,19	0,20	0,19	0,20	0,19	0,20	0,17	0,20	0,17	0,20

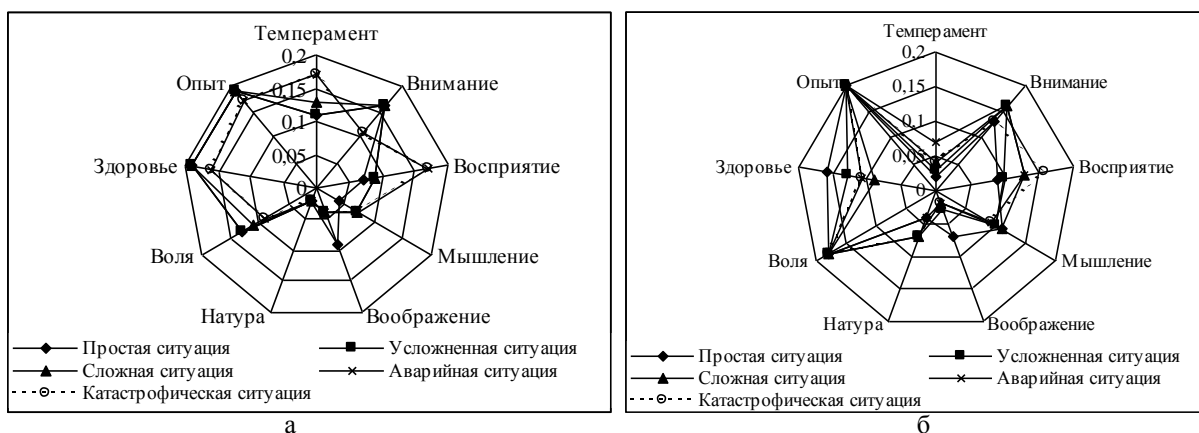


Рис. 3. Графическая интерпретация изменения весовых коэффициентов факторов значимости индивидуально-психологических факторов военных пилотов (а) и штурманов (б)

При анализе индивидуально-психологических факторов использовались модифицированные коэффициенты, представляющие собой произведение весовых коэффициентов факторов и количественных показателей, определяющих качественные характеристики уровней риска полетных ситуаций в зависимости от их сложности (табл. 4), полученные с помощью нечеткой логики [16]. Модифицированные коэффициенты факторов, полученные с учетом уровня риска полетной ситуации, количественные показатели которых соответствуют значениям лингвистической переменной «Уровень риска», приведены в табл. 5. Модели предпочтений относительно значимости индивидуально-психологических качеств Ч-О (пилота и штурмана ВА)  $\bar{F}_{ip} = \{f_{ip1}, f_{ipa}, f_{ipp}, f_{ipth}, f_{ipi}, f_{ipn}, f_{ipw}, f_{iph}, f_{exp}\}$ , которые изменяются в зависимости от развития полетной ситуации  $\bar{G}_s = \{G_{s1}, G_{s2}, G_{s3}, G_{s4}, G_{s5}\}$ , приведены на рис. 4а и 4б.

Таблица 4

Уровни риска полетной ситуации

Коэффициенты	Полетная ситуация				
	Простая ситуация	Усложненная ситуация	Сложная ситуация	Аварийная ситуация	Катастрофическая ситуация
Уровень риска, R	0,1	0,35	0,6	0,8	1
Коэффициент риска, K <sub>1</sub>	10	35	60	80	100
Коэффициент риска, K <sub>2</sub>	10	30	50	80	100

Таблица 5

Система предпочтений Ч-О (военных пилотов и штурманов) относительно значимости индивидуально-психологических факторов

№ п/п	Индивидуально-психологические факторы	Модифицированные коэффициенты факторов, $\omega$									
		Простая ситуация, G <sub>s1</sub>		Усложненная ситуация, G <sub>s2</sub>		Сложная ситуация, G <sub>s3</sub>		Аварийная ситуация, G <sub>s4</sub>		Катастрофическая ситуация, G <sub>s5</sub>	
		Пилот	Штурман	Пилот	Штурман	Пилот	Штурман	Пилот	Штурман	Пилот	Штурман
1	Темперамент	1,1	0,2	3,3	0,9	6,5	2,0	13,6	5,6	17,0	4,0
2	Внимание	1,6	1,3	4,8	4,8	8,0	8,0	8,8	12,8	11,0	13,0
3	Восприятие	0,7	0,9	2,7	3,0	4,5	6,5	13,6	10,4	17,0	16,0
4	Мышление	0,4	1,1	2,1	3,0	3,5	5,5	5,6	7,2	7,0	9,0
5	Воображение	0,9	0,7	1,2	0,9	2,0	1,0	2,4	1,6	3,0	2,0
6	Натура	0,2	0,4	0,6	2,1	1,0	3,5	1,6	3,2	2,0	7,0
7	Воля	1,3	1,8	3,9	5,4	5,5	9,0	7,2	14,4	9,0	18,0
8	Здоровье	1,9	1,6	5,7	3,9	9,5	4,5	13,6	8,8	17,0	11,0
9	Опыт	1,9	2,0	5,7	6,0	9,5	10,0	13,6	16,0	17,0	20,0
	Уровень риска, ед.	10	10	30	30	50	50	80	80	100	100



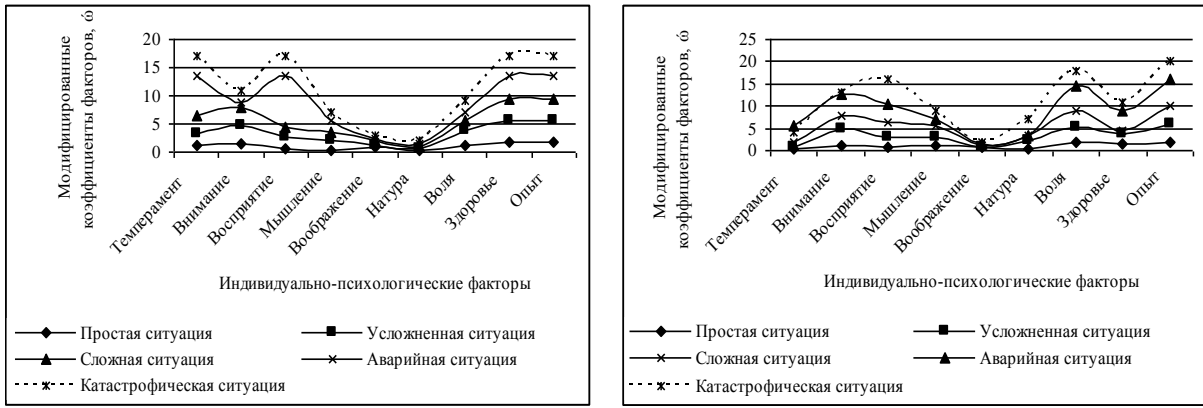


Рис. 4. Значимость индивидуально-психологических факторов военных пилотов (а) и штурманов (б) в условиях развития полетных ситуаций с учетом уровня риска полетной ситуации

Анализ изменений в системах предпочтений военных пилотов и штурманов (табл. 3, 5; рис. 3, 4) показывает, что с развитием полетной ситуации до катастрофической у пилотов растет значимость темперамента и восприятия информации за счет уменьшения внимания, воображения, воли. Но в момент аварийной ситуации явными являются приоритеты темперамента, восприятия информации, опыта, здоровья. У штурманов независимо от развития полетной ситуации на первом месте – опыт, воля, а в случае усложнения полетной ситуации возрастает значимость внимания, восприятия информации. Для штурманов ВА темперамент и воображение имеют меньшую значимость, чем для пилотов ВА.

**Влияние системы предпочтений на концепцию поведения пилотов и диспетчеров ГА.** Выбор в сторону положительного полюса А или отрицательного полюса В определяется концепцией рационального (нерационального) поведения Ч-О АНС в момент выбора. На Ч-О в момент выбора влияет социальная среда, в которой он находится. То есть, концепция поведения индивидуума зависит от системы предпочтений Ч-О.

Концепция рационального поведения Ч-О АНС в момент выбора определяется системой предпочтений «норма»  $\gamma = \rho_n$ , полученной в результате проведенного экспертного опроса респондентов разных возрастных групп – пилотов и диспетчеров ГА, пилотов и штурманов ВА, которые на данный момент работают в Украине (табл. 1, 5). Концепция нерационального поведения  $\bar{\gamma} = \rho$  воспроизводит значительные отклонения в системе предпочтений Ч-О, что приводит к выбору в сторону отрицательного полюса.

Если система предпочтений индивида в конкретной ситуации выбора определяется табл. 1, 5, то Ч-О осуществляет выбор в сторону положительного полюса А (10):

$$\rho = S_p(F_{sp}) \cup S_p(F_{ip}); \tag{10}$$

$$\sum_{sp=1}^n S_p(F_{sp}) = 1;$$

$$\sum_{ip=1}^n S_p(F_{ip}) = 1,$$

где  $S_p(F_{sp})$  – система предпочтений Ч-О относительно значимости социально-психологических факторов в случае ПР во внештатной ситуации, определенная экспертным путем на множестве социально-психологических качеств оператора (моральные, экономические, социальные, политические, правовые факторы),  $\bar{F}_{sp} = f_{spm}^1, f_{spe}, f_{sps}, f_{spp}, f_{spl}$  ;

$S_p(F_{ip})$  – система предпочтений Ч-О относительно значимости индивидуально-психологических факторов в случае ПР во внештатной ситуации, определенная экспертным путем на множестве индивидуально-психологических качеств оператора (темперамент, внимание, восприятие, мышление, воображение, натура, воля, здоровье, опыт),  $\bar{F}_{ip} = f_{ipt}^1, f_{ipa}, f_{ipp}, f_{ipth}, f_{ipi}, f_{ipn}, f_{ipw}, f_{iph}, f_{exp}$  .

Выбор Ч-О в сторону положительного полюса А соответствует весовым коэффициентам социально-психологических и индивидуально-психологических факторов в пределах  $A \subset [1/2; 2/3]$ .

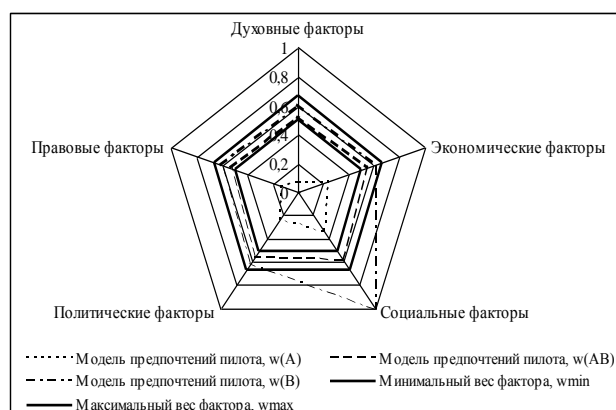
Если один из факторов множеств  $\bar{F}_{sp}$  и  $\bar{F}_{ip}$  или отсутствует, или выходит за пределы системы, то возникает вероятность выбора Ч-О в сторону отрицательного полюса В.

Модели предпочтений пилотов и диспетчеров ГА (рис. 5) в случае выбора в сторону положительного полюса  $w(A)$ , отрицательного полюса  $w(B)$  и одинакового давления при выборе в сторону положительного и отрицательного полюсов  $w(A) = w(B) = w(AB)$  построены по расчетам, приведенным в табл. 6.

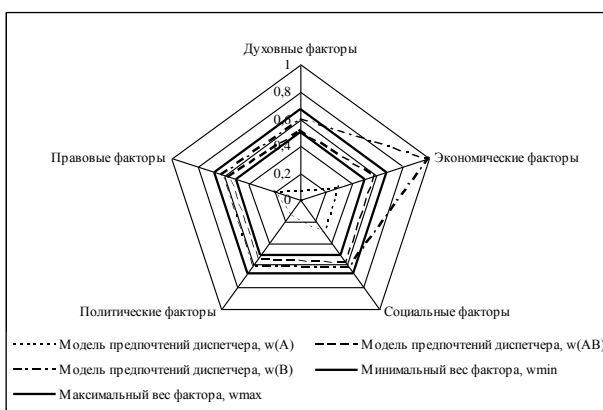
Таблица 6

Система предпочтений пилотов и диспетчеров ГА при выборе в сторону положительного полюса  $w(A)$ , отрицательного полюса  $w(B)$  и одинакового давления при выборе в сторону положительного и отрицательного полюсов  $w(AB)$

Социально-психологические факторы	Духовные факторы	Экономические факторы	Социальные факторы	Политические факторы	Правовые факторы
Система предпочтений пилота					
Ранг фактора, $r$	5	2,5	1	2,5	4
Вес фактора, $w(A)$	0,07	0,23	0,33	0,23	0,14
Вес фактора, $w(AB)$	0,52	0,55	0,57	0,55	0,53
Вес фактора, $w(B)$	0,60	0,61	1,00	0,61	0,60
Система предпочтений диспетчера					
Ранг фактора, $r$	5	1,5	1,5	4	3
Вес фактора, $w(A)$	0,07	0,30	0,30	0,13	0,20
Вес фактора, $w(AB)$	0,52	0,57	0,57	0,53	0,55
Вес фактора, $w(B)$	0,60	1,00	0,61	0,60	0,61
Система предпочтений пилота и диспетчера, вместе					
Ранг фактора, $r$	5	2	1	4	3
Вес фактора, $w(A)$	0,07	0,27	0,33	0,13	0,20
Вес фактора, $w(AB)$	0,52	0,56	0,57	0,53	0,52
Вес фактора, $w(B)$	0,60	0,61	0,61	0,60	0,60
Минимальное значение веса фактора, $w_{min}$	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Максимальное значение веса фактора, $w_{max}$	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67



а



б

Рис. 5. Модели преимуществ пилотов (а) и диспетчеров (б) ГА при выборе в сторону положительного полюса  $w(A)$ , отрицательного полюса  $w(B)$  и одинакового давления при выборе в сторону положительного и отрицательного полюсов  $w(A) = w(B) = w(AB)$

Для оценки поведенческой деятельности оператора АНС как СТС с учетом его моделей предпочтений относительно влияния факторов профессиональной и непрофессиональной деятельности использован графический метод оценки ситуации «Паук-ЦИС». Данный метод предоставляет информацию о предпочтениях оператора, его профессиональных качествах, эмоциональном состоянии в виде схемы (диаграммы) и позволяет по изображению оценивать модели поведения оператора. На рис. 6 приведен пример оценки индивидуальной модели пилота ГА, которая сравнивается с базовой моделью – системой агрегированных показателей значений социально-психологических, индивидуально-психологических и психофизиологических факторов, а также соционических, социометрических показателей и показателей профессионального отбора, которые влияют на ПР Ч-О АНС при возникновении внештатной полетной ситуации.

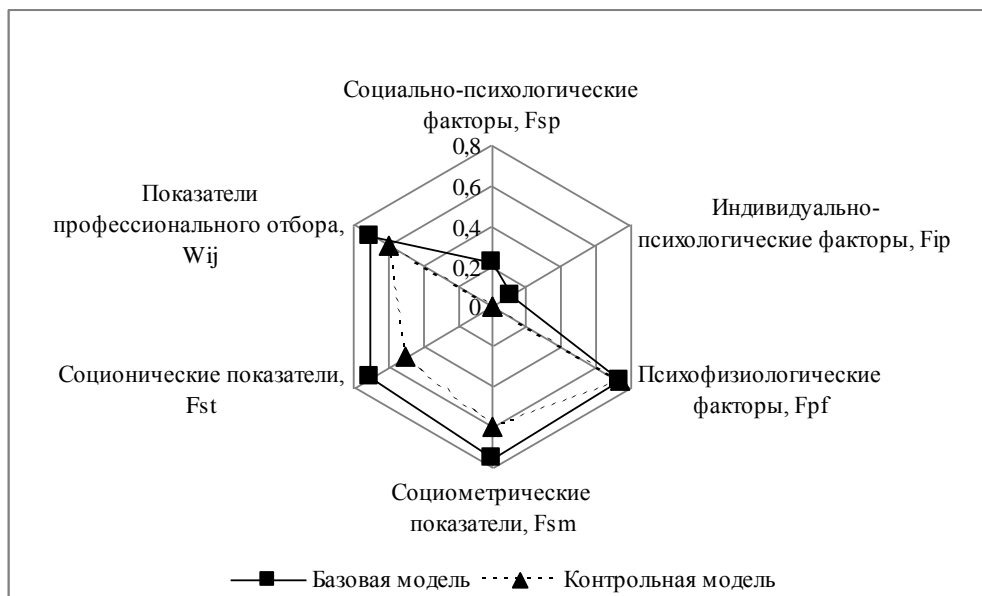


Рис. 6. Графическое представление диагностирования оператора в системе полярных координат

Если оценивать состояние факторов, влияющих на ПР Ч-О (соответствие или несоответствие базовым показателям), логическими переменными 0 или 1, в случае соответствия всех факторов заданным пределам получаем замкнутый полигон. При наличии разрыва полигона уточняется причина несоответствия индивидуальной и базовой моделей.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Направление перехода полетной ситуации – в сторону повышения или понижения сложности – зависит от действий Ч-О АНС под влиянием окружающей среды, предыдущего опыта и волевого выбора (интенции). Для исследования закономерностей деятельности операторов и моделирования развития полетных ситуаций проведен социотехнический анализ АНС, классифицированы и формализованы факторы, влияющие на ПР Ч-О АНС.

Разработан метод обобщения неоднородных факторов, который позволяет учесть структурную иерархичность, разнородность, динамическую нестабильность профессиональных факторов (уровень знаний, навыков, умений) и факторов непрофессионального характера (социально-психологические, индивидуально-психологические, психофизиологические), влияющих на ПР Ч-О АНС, и определить условия для их оценки.

Для получения базовых моделей Ч-О АНС под воздействием окружающей среды определены количественные значения факторов социально-психологического и индивидуально-психологического характера в виде весовых коэффициентов, представляющих систему предпочтений Ч-О (пилотов и диспетчеров ГА, военных пилотов и штурманов).

Определено влияние системы предпочтений на принятие решений пилотами и диспетчерами ГА при выборе в сторону положительного полюса, отрицательного полюса и одинакового давления при выборе в сторону положительного и отрицательного полюсов.

Учет влияния социально-психологических и индивидуально-психологических факторов на ПР Ч-О АНС позволяет прогнозировать его действия при возникновении особого случая в полете, моделировать возможное развитие полетной ситуации в сторону усложнения и наоборот.

### **Литература**

1. Лейченко С. Д. Человеческий фактор в авиации : монография в 2-х книгах / С. Д. Лейченко, А. В. Мальшевский, Н. Ф. Михайлик. – Кн. 1. – Кировоград : ИМЕКС, 2006. – 512 с.
2. Состояние безопасности полетов в гражданской авиации государств-участников «Соглашения о ГА и об использовании воздушного пространства» в 2004 г. и за период 2000-2004 г.г. Доклад Межгосударственного авиационного комитета. – М.: МАК, 2005. – 15 с.
3. Швец В. А. Анализ состояния аварийности гражданских воздушных судов Украины за период 1998–2007 гг. / В. А. Швец, О. Н. Алексеев. – К. : Госавиаадминистрация, 2008. – 83 с.
4. Human Factors Guidelines for Safety Audits Manual / Doc. 9806-AN/763. – 1-st Edition. – Canada, Montreal : International Civil Aviation Organization, 2002. – 138 p.
5. Cross-Cultural Factors in Aviation: circular Human Factors Digest. – №16 // Circ. ICAO 302-AN/175. – Canada, Montreal, ICAO, 2004. – 52 p.
6. Borysiuk M. S. Evolution of Human Factor's Models / M. S. Borysiuk, O. A. Shmelov, Y. V. Sikirda // Проблеми навігації і управління рухом : Всеукр. наук.-практ. конф. молодих учених і студентів, Київ, 18-20 листопада 2013 р. : тези доповідей. – К. : Національний авіаційний університет, 2013. – С. 25.
7. Рева О. М. Прийняття рішень шляхом виявлення системи пріоритетів (переваг) авіаспеціаліста : метод. вказівки / О. М. Рева. – Кировоград, 1996. – 18 с.
8. Шмельова Т. Ф. Аналіз розвитку польотних ситуацій в авіаційній соціотехнічній системі / Т. Ф. Шмельова, Ю. В. Сікірда // Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил. – 2011. – Вип. 2 (28). – С. 59–64.
9. Харченко В. П. Графоаналітичні моделі прийняття рішень людиною-оператором аеронавігаційної системи / В. П. Харченко, Т. Ф. Шмельова, Ю. В. Сікірда // Вісник Національного авіаційного університету. – 2011. – № 1. – С. 5–17.
10. Шмелева Т. Ф. Формализация деятельности человека-оператора авиационной эргатической системы во внешатных ситуациях / Т. Ф. Шмелева, Ю. В. Сикирда // Радиоэлектронні і комп'ютерні системи. – 2010. – № 5 (46). – С. 296–300.
11. Шмельова Т. Ф. Моделирование процессу принятия решений людиною-оператором авіаційної ергатичної системи з урахуванням впливу психофізіологічних та суспільно-психологічних факторів / Т. Ф. Шмельова, Ю. В. Сікірда // Наукові праці академії : зб. наук. пр. – Вип. XII. – Кировоград : Державна льотна академія України, 2007. – С. 342–355.
12. Кузнецов В. О. Критерії формування змісту підготовки операторів авіаційних систем / В. О. Кузнецов, А. М. Невиніцин, Т. Ф. Шмельова // Наукові праці академії : зб. наук. праць. – Вип. VII. – Ч. I. – Кировоград : Державна льотна академія України, 2003. – С. 180–186.
13. Григорєцький В. О. Розробка автоматизованого адаптивного модулю визначення навчального навантаження в залежності від помилок авіадиспетчера при стажуванні в службі руху / В. О. Григорєцький, Т. Ф. Шмельова, В. В. Павлова // Радиоэлектронні і комп'ютерні системи. – 2004. – № 3. – С. 102–110.
14. Леонтьев А. Н. Избранные психологические произведения : в 2-х томах / А. Н. Леонтьев. – Т. 1. – М. : Педагогика, 1983. – 392 с.
15. Макаров Р. Н. Основы формирования профессиональной надежности летного состава гражданской авиации : учеб. пос. / Р. Н. Макаров. – М. : Воздушный транспорт, 1990. – 384 с.
16. Kharchenko V. P. Modeling of Behavioral Activity of Air Navigation System's Human-Operator in Flight Emergencies / V. P. Kharchenko, T. F. Shmelova, Y. V. Sikirda // Proceedings of the National Aviation University. – 2012. – № 2. – P. 5–17.

### ***MODELING OF DECISION MAKING BY THE HUMAN-OPERATOR OF SOCIO-TECHNICAL AIR NAVIGATION SYSTEM***

***T.R. Jafarzade, T.F. Shmelova, Y.V. Sikirda***

*Socio-technical analysis of air navigation system has been hold in the result of which the heterogeneous factors influencing the decision-making by human-operator in expected and unexpected aircraft's operating conditions have been classified, formalized and systematically compiled. The basic models of pilots and controllers of civil aviation, and military pilots and navigators have obtained to research the impact on their professional activities of socio-psychological and individual-psychological factors. The influence of the preference system of civil aviation pilots and controllers on the concept of their behaviour has determined.*

**Key words:** *socio-technical air navigation system, human-operator, socio-psychological factors, individual-psychological factors, flight situation, preference system, concept of behaviour, choice of operator, positive (negative) pole.*

**Джафарзаде Тугрул Рауфович**, канд. техн. наук, инструктор летного тренажера Национальной академии авиации Азербайджана, Баку, Азербайджан, e-mail: Capttjafarzade@gmail.com.

**Шмелева Татьяна Федоровна** – докт. техн. наук, доцент, профессор кафедры аэронавигационных систем Национального авиационного университета, г. Киев, Украина, e-mail: Shmelova@ukr.net.

**Сикирда Юлия Владимировна** – канд. техн. наук, доцент, заместитель декана факультета менеджмента Кировоградской летной академии Национального авиационного университета, доцент кафедры менеджмента, экономики и права Кировоградской летной академии Национального авиационного университета, Кировоград, Украина, e-mail: SikirdaYuliya@yandex.ru.