

УДК 656.7.084.17(08)

О. М. РЕВА, С. П. БОРСУК

Національний авіаційний університет, Україна

ПЛОТНИЙ АНАЛІЗ РІВНІВ ДОМАГАНЬ АВІАДИСПЕТЧЕРІВ НА СПЕКТРІ ГОРИЗОНТАЛЬНИХ НОРМ ЕШЕЛОНУВАННЯ ПОВІТРЯНОГО ПРОСТОРУ

Враховуючи вплив людського чинника на безпеку польотів при управлінні повітряним рухом, уперше комплексно досліджені рівні домагань студентів-диспетчерів на континуумі одинадцяти норм ешелонування, які застосовуються при організації руху повітряних суден у горизонтальній площині. Аналіз полігонів частот розподілу рівнів домагань виявив локальні та глобальні максимуми. Локальні максимуми близькі і для норм ешелонування 8 км, 10 км, 12 км складають 60% їх протяжності, а 20 км і 30 км – децю більше 50%. Усі глобальні максимуми відповідають нормі ешелонування. Встановлено також, що рівень домагань має бути не меншим $\frac{1}{3}$ норми ешелонування, причому молоді авіадиспетчери не відчувають різниці у порушеннях поздовжніх та бокових інтервалів польотів.

Ключові слова: аеронавігаційна система, безпека польотів, людський чинник, авіадиспетчер, континуум норми ешелонування повітряних суден, рівні домагань.

Вступ

Безпека польотів (БП) у авіаційній транспортній системі (АТС) залежить від великої кількості різнорідних за природою, характером та походженням чинників, які утворюють технічну, метеорологічну, психологічну, ергономічну, комунікативну, нормативну та інші групи. Кожна з цих груп має специфічний вплив на БП, але згідно моделі «SHELL», що рекомендується ІКАО для дослідження ЛЧ в АТС «SHELL» [1, 2], саме людський елемент («Liveware») є центральною складовою, яка об'єднує усі інші. Тому враховуючи положення концепції БП, запропонованої ІКАО [3], саме вивчення та попередження загроз з боку ЛЧ є найбільш актуальним для усіх рівнів функціонування АТС. Більш того, процеси у які залучені авіаційні оператори (АО) «переднього краю» (диспетчер управління повітряним рухом (УПР) або член льотного екіпажу), є складні за природою і схильні до впливу на них вищезазначених чинників, а також їх комбінацій.

Слід зазначити, що наразі перелік небезпечних психофізіологічних та психологічних складових ЛЧ, які мають бути враховані при проведенні профілактичних заходів з забезпечення належного рівня БП, досяг 1800 найменувань [4]. Серед різноманіття відповідних чинників, притаманних диспетчерам УПР (ДУПР), особливої уваги заслуговують їх рівні домагань (РД) на характеристиках та показниках професійної діяльності, оскільки [5-7]:

– РД вважається одним із фундаментальних і стабільних структурних утворень особистості, яке сприяє її адекватній самооцінці (СО) (рис. 1);

– РД характеризує рівень складності поставлених завдань, вирішення яких є метою майбутніх дій (глобальна ціль);

– вибір суб'єктом мети наступних дій зазвичай залежить від переживання результатів попередніх дій (успіх чи невдача);

– РД відповідає бажаному рівню СО особистості, у тому числі ДУПР.

Адекватність домагань вказує на відповідність цілі й можливостей особистості. Тому вважається, що особистості, які мають адекватний РД відрізняються впевненістю в собі, наполегливістю, продуктивністю праці, критичністю оцінки досягнутого [8].

Зазначимо також, що з статистики розслідування авіаційних пригод (АП) була встановлена певна кореляція між характером помилкових дій та особистісними якостями АО. Тому головним напрямком досліджень при розслідуванні АП стає виявлення відповідних негативних індивідуальних психологічних особливостей АО та їх психологічної сумісності у сформованому льотному екіпажі чи диспетчерській зміні. Зокрема, психологічне обстеження АО, неправильні дії яких призвели до АП, дозволило виявити такі їх психічні функції та характерологічні особливості [9]:

- направленість особи (РД, адекватність СО);
- інтелектуальні риси (швидкість протікання розумових процесів, кмітливість, здібність оперувати просторовими уявленнями);
- увага (уміння концентруватися при наявності перешкод, розподіляти і переключати увагу);
- емоційні риси (емоційна стійкість та емоційна збудливість);
- оперативна пам'ять.

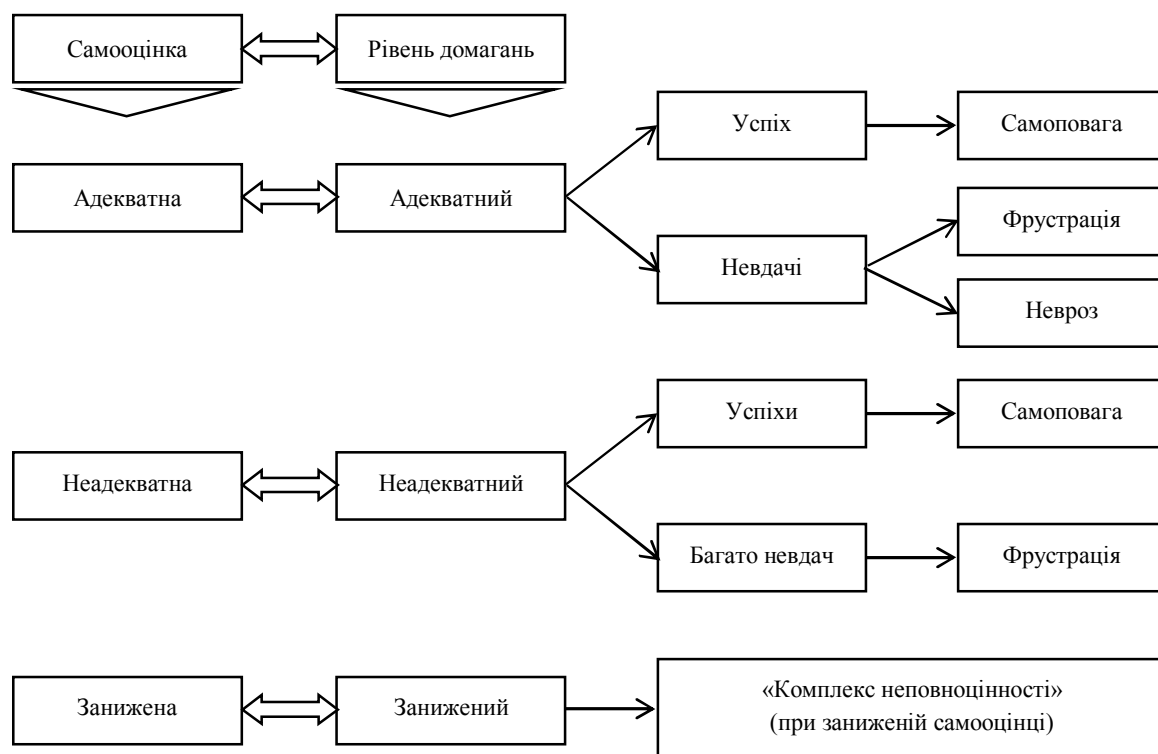


Рис. 1. Загальний взаємозв'язок самооцінки і рівня домагань у професійній діяльності

Таким чином, дослідження РД АО «переднього краю» на показниках та характеристиках їх професійної діяльності слід вважати актуальним науково-практичним завданням.

1. Аналіз досліджень і публікацій

Значимо, що наразі відомі декілька психологічних методик визначення РД через СО, однак жодну з них не можна повноцінно проєциувати на показники та характеристики професійної діяльності ДУПР. Тому вони не сприймаються АО під час випробувань. З іншого боку, відповідно до рекомендацій праць [6; 10] РД можна уявляти як точку на шкалі об'єктивних успіхів чи показників професійної діяльності АО, яка відповідає максимальному приросту корисності. Тобто, РД можна виявляти з аналізу оціночної функції корисності (ОФК) зазначених показників та характеристик, що будується для відкритої задачі прийняття рішень (ПР). Приклад такого роду ОФК, яка має будуватися на континуумі норми ешелонування повітряних суден (ПС), поданий на рис. 2.

Отже, якщо РД S^* є відносно стійким показником направленості особистості ДУПР, то $S=S^*$ тоді і лише тоді, коли [6; 10]:

$$\begin{cases} \Delta f_{UF}(S) = f_{UF}(s_r) - f_{UF}(s_{r-1}) > f_{UF}(s_i) - f_{UF}(s_{i-1}), \\ i = 2, (\overline{r-1}). \end{cases} \quad (1)$$

або коли

$$\begin{cases} \Delta f_{UF}(S) = f_{UF}(s_r) - f_{UF}(s_{r-1}) \Rightarrow \max, \\ f_{UF}(s_r) > 0. \end{cases} \quad (2)$$

Формули (1), (2) зазвичай застосовують для встановлення РД випробуваних шляхом побудови та аналізу емпіричних ОФК виду поданих на рис. 2. Однак, практика відповідних досліджень показує, що при цьому слід орієнтуватися все ж на таку сукупність характерних точок:

S^* – РД – точка на континуумі норми ешелонування ПС (НЕПС), що відповідає максимальному позитивному стрибку корисності (бажаності) в уяві випробуваного ДУПР;

S_0 – точка переходу негативної корисності (бажаності) відстані між ПС в позитивну;

S_- – точка, що визначає максимальний стрибок негативної корисності відстані між ПС.

Слід зазначити, що розглянуті характерні точки корелюють з показниками, що визначаються під час побудови ОФК для закритої задачі ПР, коли встановлюється основна домінанта ПР АО [10-12].

У працях [10-15 та ін.] були проведені дослідження з визначення РД АО:

- на континнумі відстані між ПС при заході на посадку (ЗП);
- на континуумі висоти в момент відмови авіадвігуна в наборі висоти;
- на робочому навантаженні ДУПР;
- на різноманітному спектрі НЕПС.

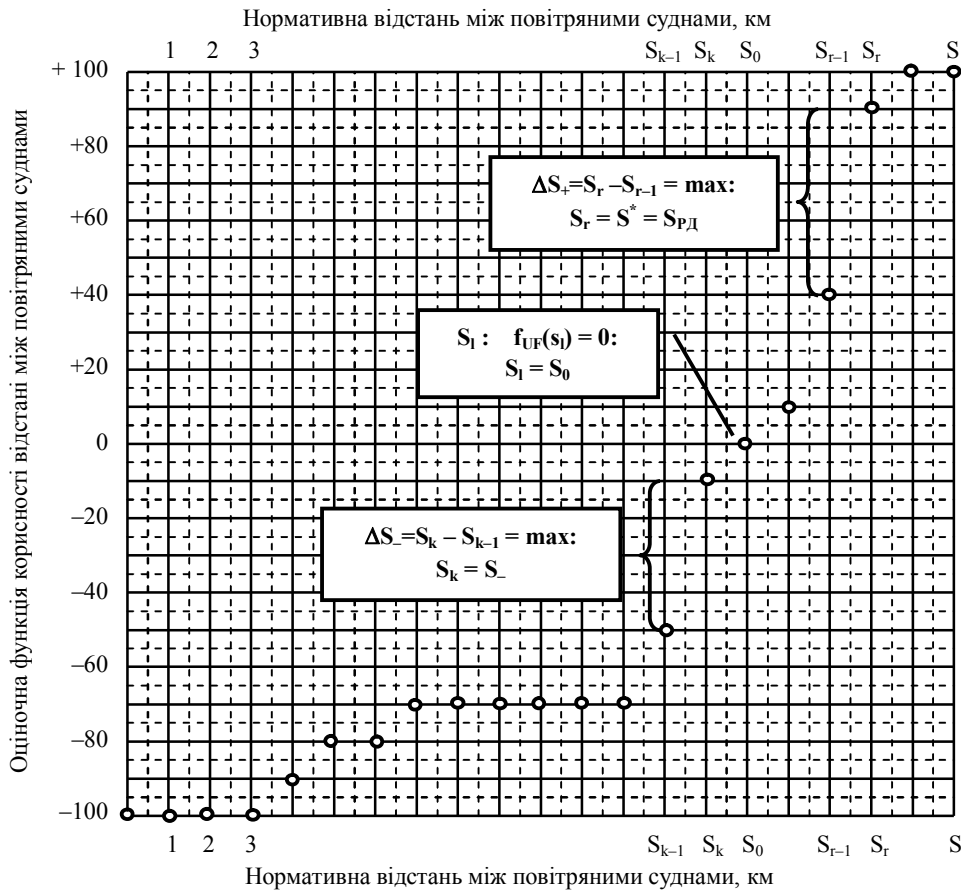


Рис. 2. Парадигма побудови оціночної функції корисності відстані між повітряними суднами на досліджуваній нормі ешелонування S км

Однак, в перелічених працях не відбулось комплексного аналізу усього досліджуваного в них спектру НЕПС. З іншого боку, аналіз характерних точок ОФК проводився, як правило, спираючись лише на статистичні показники.

2. Постановка завдання

Таким чином, виходячи з проведеного аналізу, метою цієї публікації є комплексний аналіз РД студентів-диспетчерів на континуумі НЕПС, встановлених для горизонтальної площини.

3. Особливості прояву рівня домагань на континуумі спектру норм ешелонування повітряних суден

В контексті наших досліджень йдеться про НЕПС, що були встановлені ІКАО для польотів у горизонтальній площині (табл. 1).

До досліджень були залучені 132 студенти (курсанти)-авіадиспетчери Кіровоградської льотної академії та Національного авіаційного університету. Кожний з випробуваних відповідно до табл. 1 побудував по 11 індивідуальних ОФК на кшталт рис. 2.

Полігони частот для усіх НЕПС, що досліджувалися подані на рис. 3-7.



Рис. 3. Полігон частот рівнів домагань студентів-авіадиспетчерів на нормі ешелонування повітряних суден $S=8$ км

Таким чином, з аналізу зазначених полігонів частот видно, що на усіх досліджуваних континуумах НЕПС можна виділити два чітко виражених максимуми: локальний (L) та глобальний (G). Їх відносні показники стосовно відповідної НЕПС подані у табл. 2.

Таблиця 1

Особливості норми ешелонування повітряних суден в горизонтальній площині

№ з.п.	Відстань між повітряними суднами	Особливості диспетчерського району здійснення польотів та руху повітряних суден
1	2	3
1	$S = 8$ км	Сегмент заходу на посадку та на етапі зльоту (в межах диспетчерської зони (CTR (Control Zone, диспетчерська зона) на висотах польоту 1700 метрів та нижче)), коли здійснюється радіолокаційний контроль та на посадку заходить важке повітряне судно за важким повітряним судном.
2	$S = 10$ км	Відстань між ПС, що прямують одним маршрутом та на одному ешелоні в диспетчерському районі APP (Approach Control – диспетчерське обслуговування заходу на посадку (ЗП) ТМА (Terminal Control Area, – вузловий диспетчерський район) з використанням автоматизованої системи (АС) управління повітряним рухом (за виключенням сегментів заходу на посадку).
3		Повздовжній інтервал між повітряними суднами у сегментах заходу на посадку та на етапах зльоту середнього повітряного судна (М) за тяжким повітряним судном та легкого повітряного судна за середнім повітряним судном (в границях диспетчерської зони CTR на висотах польоту 1700 метрів та нижче).
4		Боковий інтервал між повітряними суднами у диспетчерських районах СТА (Control Area - диспетчерський район), ТМА при перетині ешелону на попутних треках і в момент перетину ешелону (без урахування повздовжнього інтервалу) за умов відсутності сходження треків.
5		Повздовжній інтервал між повітряними суднами у диспетчерських районах ТМА при перетині ешелону на попутних треках при використанні автоматизованих систем управління повітряним рухом та в момент перетину ешелону за умов відсутності сходження треків.
6	$S = 12$ км	Сегмент заходу на посадку та на етапі зльоту (в межах диспетчерської зони CTR на висотах польоту 1700 метрів та нижче), коли здійснюється радіолокаційний контроль і на посадку заходить легке повітряне судно за тяжким повітряним судном.
7	$S = 20$ км	Повздовжній інтервал, коли повітряні судна прямують одним маршрутом та на одному рівні (ешелоні), встановленому маршрутами управління повітряним рухом в диспетчерських районах ACC (Area Control Center – районний диспетчерський центр), APP ((Approach Control – диспетчерське обслуговування заходу на посадку).
8		Повздовжній інтервал в диспетчерських районах СТА (Control area) ТМА (Terminal control area, коли повітряні судна прямують на одному ешелоні на треках, що перетинаються, незалежно від кута перетину треків.
9		Боковий інтервал в диспетчерських районах СТА, ТМА при перетині рівня зустрічних треків, в момент перетину рівня (без урахування повздовжнього інтервалу) при умові відсутності сходження треків.
10		Повздовжній інтервал в диспетчерських районах (СТА, ТМА) при перетині рівня (ешелону) на попутних треках в момент перетину рівня при умові відсутності сходження треків.
11	$S = 30$ км	Повздовжній інтервал в диспетчерських районах СТА, ТМА при перетині рівня зустрічних треків в момент перетину зайнятого рівня при умові відсутності сходження треків.

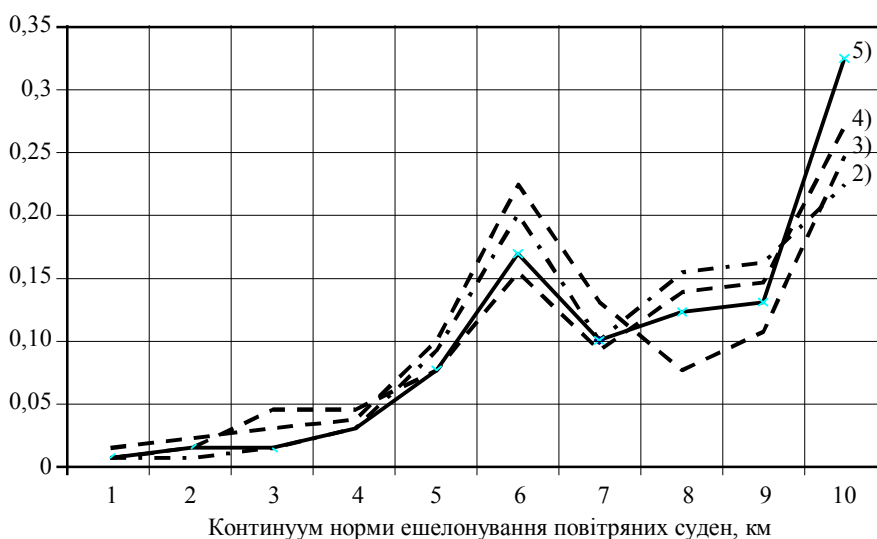


Рис. 4. Полігон частот рівнів домагань студентів-авіадиспетчерів на нормі ешелонування повітряних суден $S=10$ км: позиції 2) – 5) – полігони частот, що відповідають різним умовам взаємного розташування повітряних суден у просторі середовища відповідно до табл. 1

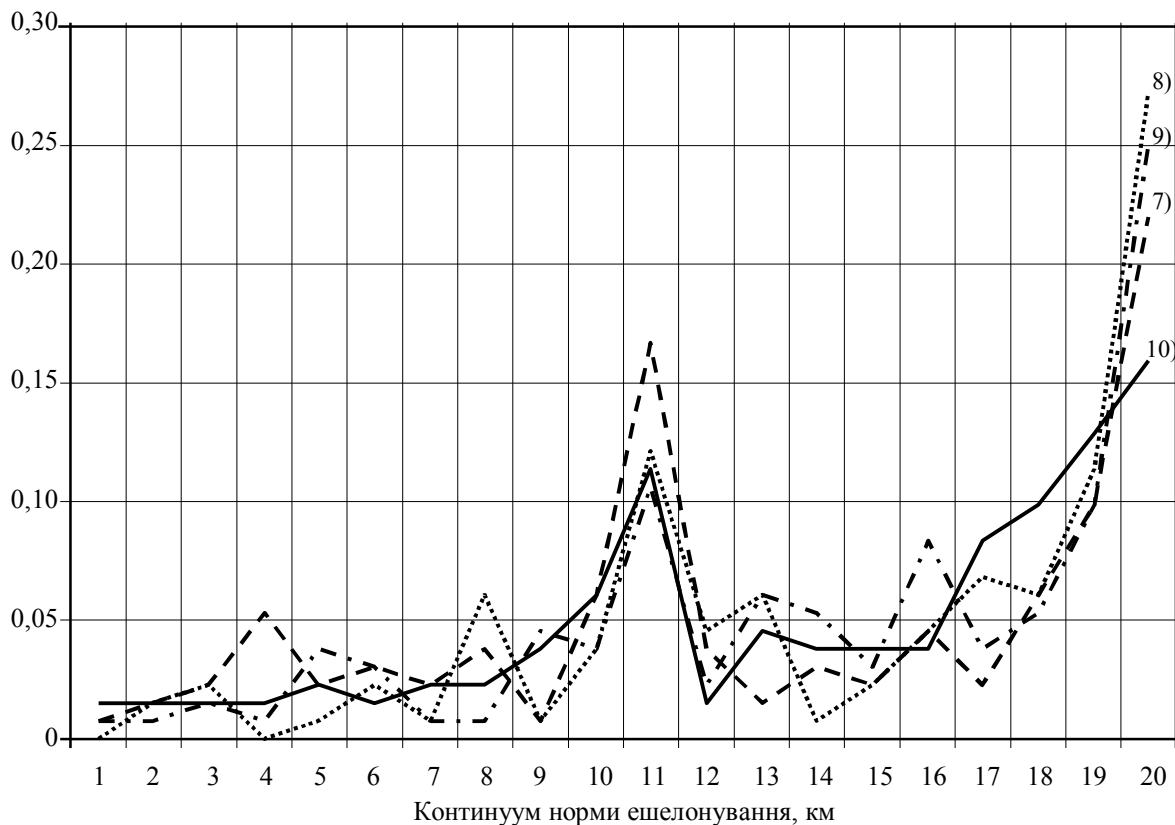


Рис. 5. Полігон частот рівнів домагань студентів-авіадиспетчерів на нормі ешелонування повітряних суден $S=20$ км: позиції 2) – 5) – полігони частот, що відповідають різним умовам взаємного розташування повітряних суден у просторі середовища відповідно до табл. 1

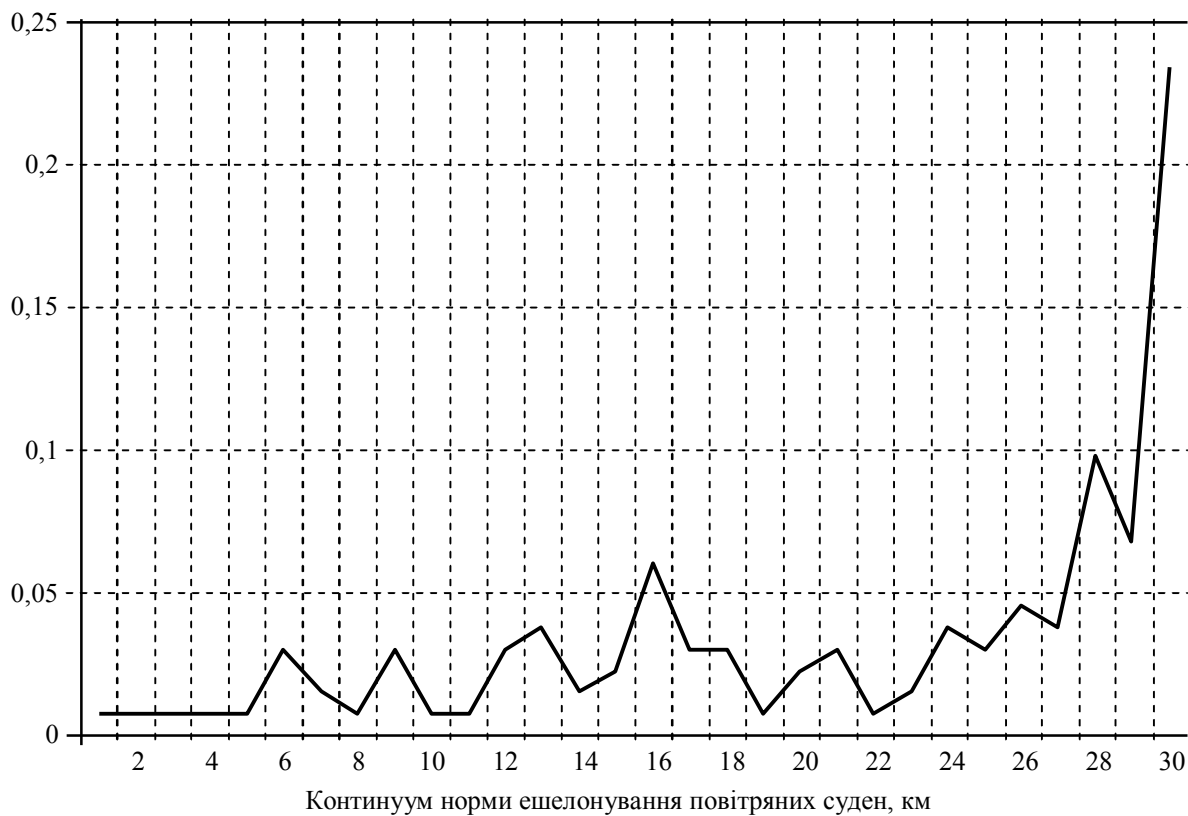


Рис. 6. Полігон частот рівнів домагань студентів-авіадиспетчерів на нормі ешелонування повітряних суден $S=30$ км

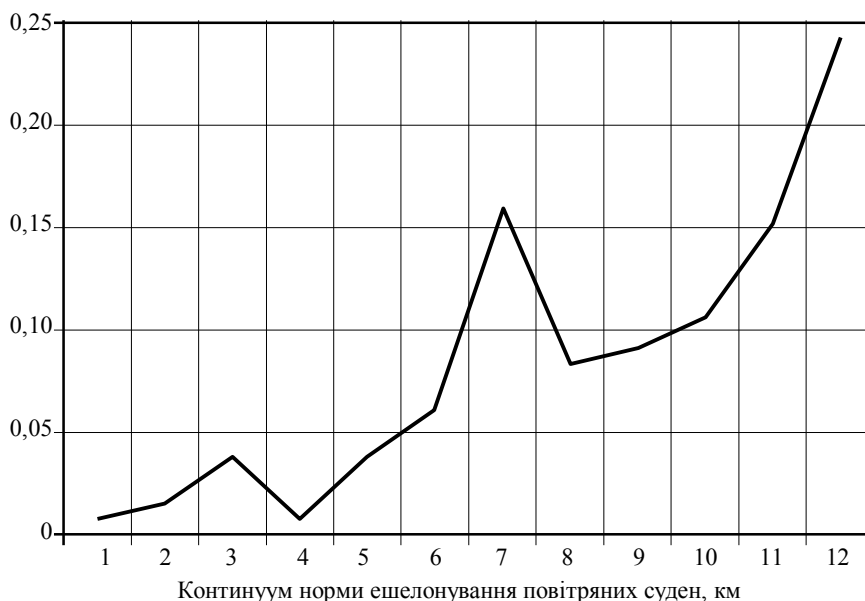


Рис. 7. Полігон частот рівнів домагань студентів-авіадиспетчерів на нормі ешелонування повітряних суден S=12 км

Таблиця 2
Показники локального та глобального максимумів для досліджуваних норм ешелонування

S, km	Максимум полігона частот		
	локальний		глобальний
	абсолютний	відносний	
1	2	3	4
S=8 km	5 км	62,5 %	8 км
S=10 km	6 км	60 %	10 км
S=12 km	7 км	58,3 %	12 км
S=20 km	11 км	55 %	20 км
S=30 km	16 км	53 %	30 км

З аналізу рис. 3-7 та табл. 2 витікає певна закономірність розподілу РД випробуваних студентів - ДУПР. А саме, для перших шести (відповідно до

табл. 1) НЕПС маємо відносно значення локальних максимумів РД, яке коливається біля 60% від встановленої норми. Для останніх п'яти НЕПС цей показник трохи перевищує 50%. З зазначених рисунків також видно, що усі глобальні максимуми, незалежно від НЕПС, припадають на абсолютну відстань досліджуваних норм. Відмітимо також, що оскільки локальні та глобальні пікові точки співпадають, а ми досліджуємо як повздовжні, так і бокові інтервали ешелонування для відстаней S=10 км і S=20 км, то це свідчить про те, що молоді авіадиспетчери не відчують різниці у складності УПР для таких професійних завдань.

Результати статистичної обробки отриманих результатів подано у табл. 3.

Таблиця 3

Результати статистичної обробки результатів експериментів

№ з.п.	S _{НЕПС}	Статистичні показники						$\frac{\bar{S}^*}{S_{HEI C}} \cdot 100\%$
		\bar{S}^*	D	σ	As	Ex	$\nu, \%$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	S=8 км	6,22	3,2181	1,79	-0,83	3,098226	28,9	77,7%
2	S=10 км	7,49	4,0924	2,02	-0,53	2,753785	27,0	74,9%
3		7,16	5,3301	2,31	-0,43	2,535766	32,2	71,6%
4		7,50	5,3366	2,31	-0,69	2,583412	30,8	75,0%
5		7,73	5,0701	2,25	-0,86	3,155744	29,1	77,3%
6	S=12 км	8,91	7,5262	2,74	-0,70	2,775642	30,8	72,2%
7	S=20 км	13,50	32,126	5,67	-0,41	2,000288	42,0	67,5%
8		14,91	24,8251	4,98	-0,72	2,494621	33,4	74,5%
9		14,54	25,8331	5,08	-0,70	2,502694	35,0	72,7%
10		14,1	27,1977	5,22	-0,68	2,471407	37,0	70,5%
11	S=30 км	22,03	67,3014	8,20	-0,81	2,534813	37,2	73,4%

ПРИМІТКИ: 1) нумерація рядків відповідає прийнятій у табл. 1;

2) прийняті позначки: \bar{S}^* – середнє значення РД для певної норми ешелонування повітряних суден; D – дисперсія; σ – середньквдратичне відхилення; As – асиметрія; Ex – ексцес; ν – коефіцієнт кореляції.

Як можна побачити з табл. 3, усі результати мають позитивну асиметрію, що свідчить про прагнення випробуваних отримати більші значення відстані між ПС, що є позитивом з позицій забезпечення належного рівня БП. Нескладно також побачити закономірність, що майже усі виявлені РД відповідають дистанції між ПС, що мають бути не меншими 70%. Єдине виключення відповідає відносний показник 67,5%, наближений до вказаної величини. Тому можна зробити узагальнений висновок, що на думку молодих авіадиспетчерів РД має бути не меншим $\frac{2}{3}$ від НЕПС, незалежно від її специфіки.

Висновки

Таким чином, підсумовуючи отримані і подані у цій статті нові наукові результати, вкажемо на такі найбільш важливі положення.

1. Уперше комплексно встановлені РД молодих ДУПР на спектрі з 11 НЕПС, що застосовуються при виконанні польотів у горизонтальній площині.

2. На полігоні частот РД виявлено два максимуми: локальні яким відповідають 60% НЕПС для відстаней S=8 км, S=10 км, S=12 км та 55% S=20 км та S=30 км. Усі глобальні максимуми припадають на абсолютний показник досліджуваних норм.

3. Встановлено, що молоді ДУПР не відчувують різниці у складності виконання професійних обов'язків, залежно від бокових чи повздожних інтервалів НЕПС.

4. Результати статистичної обробки результатів досліджень показують, що усі отримані значення ексцесу є позитивними, що свідчить про прагнення випробуваних отримати більші значення відстаней між ПС. При цьому виявлено закономірність, що РД мають складати не менше 70% НЕПС.

5. Подальші дослідження ЛЧ у аеронавігаційних системах слід проводити у таких напрямках:

– порівняння характерних точок ОФК, що будуються для закритих (визначення основної домінанти ПР) і відкритих задач (визначення РД) ПР для всього спектра досліджуваних НЕПС;

– перевірки під час тренажерної підготовки відповідності виявлених РД можливостям забезпечувати належний рівень БП під час УПР.

Література

1. *Фундаментальные концепции человеческого фактора [Текст] // Человеческий фактор : сб. материалов № 1. - Циркуляр ИКАО 216 AN / 131. - Монреаль, Канада, 1989. - 34 с.*

2. *Человеческий фактор в системе мер безопасности гражданской авиации [Текст] : Doc. ICAO 9808 AN/765. - Монреаль, Канада, 2002. - 35 с.*

3. *Руководство по управлению безопасностью полетов (РУБП) [Текст] : Doc. ICAO 9859 - AN / 474. - Монреаль, Канада, 2009. - 42 с.*

4. *Плотников, Н. И. Проектирование транспортных комплексов. Воздушный транспорт [Текст] / Н. И. Плотников. - Новосибирск : ЗАО ИПЦ АвиаМенеджер, 2010. - 393 с.*

5. *Norpe, F. Erfolg and Misserfolg [Text] / F. Norpe // Psychol. Forsch. - 1930. - Bd. 14. - P. 162.*

6. *Козелецкий, Ю. Психологическая теория решений [Текст] : пер. с польск. / Ю. Козелецкий / под ред. Б. В. Бирюкова. - М. : Прогресс, 1979. - 504 с.*

7. *Уровень притязаний [Текст] / К. Левин, Т. Дембо, Л. Фестингер [и др.] // Психология личности: тексты. - М. : МГУ, 1982. - С. 86-92.*

8. *Пашукова, Т. И. Психологические исследования: практикум по общей психологии для студентов педагогических вузов [Текст] : учеб. пособ. / Т. И. Пашукова, А. И. Допира, В. Дьяконов. - М. : Изд-во «Институт практической психологии», 1996. - 127 с.*

9. *Про затвердження Правил медичного розслідування авіаційних подій : Наказ Державної служби України з нагляду за забезпеченням безпеки авіації від 5 грудня 2005 р. № 919 [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/z0043-06>. - 05.05.2015.*

10. *Рева, А. Н. Человеческий фактор и безопасность полетов : (Проактивное исследование влияния) [Текст] : моногр. / А. Н. Рева, К. М. Тумышев, А. А. Бекмухамбетов ; науч. ред. А. Н. Рева, К. М. Тумышев. - Алматы, 2006. - 242 с.*

11. *Бекмухамбетов, А. А. Совершенствование деятельности оператора на базе теории и практики управления рисками при обеспечении безопасности полетов [Текст] : автореф. дис... кандидата техн. наук : 05.22.14 / Бекмухамбетов Айбол Ангуарович ; Санкт-Петерб. гос. техн. ун-тет. - СПб., 2005. - 26 с.*

12. *Рівень домагань авіадиспетчерів на показниках робочого навантаження [Текст] / О. М. Рева, М. Б. Мірзоєв, П. Ш. Мухтаров, Ш. Ш. Насіров // Авіаційно-космічна техніка і технологія. - 2013. - № 8 (105). - С. 273-281.*

13. *Мухтаров, П. Ш. Людський чинник в аеронавігації : рівні домагань авіадиспетчерів при оцінці бажаності відстані між повітряними судами [Текст] / П. Ш. Мухтаров // Науковий вісник : зб. наук. праць. Херсонської державної морської академії. - Вип. 1. - Херсон, 2014. - С. 283-288.*

14. *Показники рівнів домагань авіадиспетчерів при зміні норми ешелонування повітряного простору [Текст] / О. М. Рева, П. Ш. Мухтаров, Б. М. Мірзоєв, Ш. Ш. Насіров // Безпека життєдіяльності на транспорті та виробництві: матеріали Міжнар. наук.-техн. конф., присвяченої 180-річчю Херсонської державної морської академії, - Херсон, 18-19 вересня 2014 р., - Херсон : ХДМА, 2014. - С. 136-142.*

15. Рева, О. М. Визначення рівнів домагань технології на транспорті (MINNT - 2015) : матеріали VII Міжнар. наук.-практ. конф., Херсон, 26-28 травня 2015 р. – С. 23-27.

студентів-диспетчерів на континуумі норми ешелонування 10 кілометрів [Текст] / О. М. Рева, С. П. Борсук // Сучасні інформаційні та інноваційні

Надійшла до редакції 12.05.2015, розглянута на редколегії 22.06.2015

Рецензент: д-р техн. наук, проф., засл. діяч науки і техніки України, зав. каф. проектування авіаційних двигунів С. В. Спіфанов, Національний аерокосмічний університет ім. М. С. Жуковського "ХАІ", Харків.

ПИЛОТНЫЙ АНАЛИЗ УРОВНЕЙ ПРИТЯЗАНИЙ АВИАДИСПЕТЧЕРОВ НА СПЕКТРЕ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ НОРМ ЭШЕЛОНИРОВАНИЯ ВОЗДУШНОГО ПРОСТРАНСТВА

А. Н. Рева, С. П. Борсук

Учитывая влияние человеческого фактора на безопасность полетов при управлении воздушным движением, впервые комплексно исследованы уровни притязаний студентов-диспетчеров на континууме одиннадцати норм эшелонирования, применяемых при организации движения воздушных судов в горизонтальной плоскости. Анализ полигонов частот распределения уровней притязаний обнаружил локальные и глобальные максимумы. Локальные максимумы близки и для норм эшелонирования 8 км, 10 км, 12 км соответствуют 60% их протяженности, а 20 км и 30 км – немногим более 50%. Все глобальные максимумы соответствуют норме эшелонирования. Установлено также, что уровень притязаний должен быть не меньшим $\frac{2}{3}$ нормы эшелонирования, причём молодые авиадиспетчеры не чувствуют разницу в нарушениях продольных и боковых интервалов полетов.

Ключевые слова: аэронавигационная система, безопасность полетов, человеческий фактор, авиадиспетчер, континуум нормы эшелонирования воздушных судов, уровни притязаний.

PILOT ANALYSIS OF AIR TRAFFIC CONTROLLERS DESIRABILITY LEVELS ON THE SPECTER OF THE HORIZONTAL AIR SPACE FLIGHT SEPARATION NORMS

A. N. Reva, S. P. Borsuk

Desirability levels of air traffic control students on the continuums of eleven flight separation norms were complexly researched for the first time taking into account human factor influence on the flight safety while managing air traffic. Observed norms are used for aircraft separation in the horizontal plane. Analysis of the desirability levels frequencies polygons distribution allowed to find local and global minimums. Local minimums for flight separation norms in 8, 12 and 29 kilometers are close to 60% of the norm length. For the 20 and 30 kilometers norms local minimums are slightly greater then 50%. All global minimums correspond to the flight separation norm values. It is also defined that desirability level should be no more than $\frac{2}{3}$ of flight separation norm. Young air traffic controllers feels no difference in longitudinal and lateral flight separation norms violations.

Key words: air navigation system, flight safety, human factor, air traffic controller, aircraft flight separation norm continuum, desirability level.

Рева Олексій Миколайович – д-р техн. наук, проф., проф. каф. дистанційного навчання, Національний авіаційний університет, м. Київ, Україна, e-mail: ran54@meta.ua.

Борсук Сергій Павлович – канд. техн. наук, доц., докторант, Національний авіаційний університет, e-mail: greyls@yandex.ua.