

УДК 656.7.084.17(08)

О.М. Рева, д.т.н., проф.
С.О. Дмитрієв, д.т.н., проф.
Г.М. Селезньов, здобувач

ЧИННИКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ АВІАДИСПЕТЧЕРОМ У ПРОЦЕСІ КЕРУВАННЯ ПОВІТРЯНИМ РУХОМ

Враховуючи важливість впливу людського чинника на безпеку польотів під час керування повітряним рухом та особливу роль процесів прийняття рішень у професійній діяльності авіадиспетчера, розроблено відповідну модель, яка враховує фактори невизначеності, когнітивної складності, дефіциту часу та стресу у процесі розв'язання повітряної обстановки. Визначено характер інформації, що використовується в системах керування повітряним рухом. Розглянуто концепцію та розроблено рекомендації щодо забезпечення авіадиспетчеру умов праці в режимі активного оператора, а також методичні рекомендації щодо організації їх професійної підготовки з урахуванням зазначених чинників прийняття рішень.

Taking into account the importance of the human factor's influence to the flight safety while control air traffic and the special role of the data reduction processes, it is proposed corresponding model, which considers the factors of uncertainty, cognitive complexity, time deficit and stress in the process of decision making. It is determined the nature of information, which is used in the air traffic control systems. Concept is examined and are developed recommendations regarding the guarantee of an air traffic controller with working conditions in the regime of active operator, and also systematic recommendations regarding the organization of their professional preparation taking into account the facts indicated.

Постановка проблеми

Система керування повітряним рухом (КПР) є складною, ієрархічною та багаторівневою людино-технічною системою (ЛТС), в якій наявні засоби збирання та оброблення інформації, обчислювальні засоби, системи відображення інформації, засоби зв'язку, та яка містить у собі обов'язковий ергатичний елемент – людину-оператора (ЛО), через яку відбувається замикання системи в єдиний неперервний контур керування. Об'єктом керування у таких системах є повітряні судна (ПС), які виконують польоти у зоні керування.

Диспетчерський персонал постійно аналізує наявну інформацію, обробляє її, приймає рішення та передає ці рішення на ПС.

Авіадиспетчеру (АД) як складовій частині системи КПР відводиться особливо важлива та дуже специфічна роль. Він є суб'єктом керування, виконує функції інтегруючої (об'єднуючої) ланки, яка надає системі властивість адаптувати швидкоплинні процеси та нестандартні умови роботи системи. Від успішної діяльності КПР залежить якість функціонування ЛТС в цілому, тобто забезпечення повної безпеки польотів (БП) під час КПР.

Відтак виключно важливо досліджувати та вдосконалювати зміст та структуру роботи АД. У ній особливо значущими є процеси сприйняття та оброблення інформації, підготовки варіантів

розв'язання ситуацій та прийняття зважених, відповідальних рішень в умовах інформаційної невизначеності швидкоплинної повітряної обстановки. Суттєвий вплив також мають перемінні, часто критичні робочі навантаження та дефіциту часу. Саме тому життєво необхідне врахування людського чинника (ЛЧ), психофізіологічних можливостей та мотиваційних інтересів АД, які працюють у таких системах.

Аналіз досліджень і публікацій

Зазначимо, що найбільш повно проблеми, що нами висвітлені, начебто узагальнені у відповідних збірниках Міжнародної організації цивільної авіації (ІСАО) з проблем впливу ЛЧ на БП та у керівництві з керування БП [1–7]. Проте переважна більшість матеріалу, подана в них, має декларативний характер і окреслює, найчастіше, загальні абрисы діяльності зацікавлених і повноважних органів.

Постановка завдання

Оскільки професійна діяльність АД – це неперервний ланцюг рішень, що виробляються та реалізуються явним і неявним чином в умовах дії ризиків стохастичного і нестохастичного характеру, то метою цієї роботи є попередження негативного впливу ЛЧ на БП під час КПР визначенням та аналізом спектра чинників, що впливають на відповідні процеси.

Визначення характеру інформації, використовуваної в системах керування повітряним рухом

Для виконання своїх професійних обов'язків з КПП, тобто ПР у визначеній зоні відповідальності, а також для вирішення кожного конкретного завдання чи проблемної ситуації АД повинен знати або повинен отримати багато різноманітної інформації.

Загальна інформація – правила польотів, процедури КПП, інструкції, фразеологія радіообміну тощо, тобто інформація, яка є фундаментальною для виконання польотів та організації КПП. Джерелом такої інформації є ІКАО, міждержавні організації, наприклад, Організація забезпечення безпеки аеронавігації у країнах Європи – Євроконтроль, та національні органи регулювання діяльності авіації. Така інформація публікується у вигляді стандартів та рекомендацій ІКАО, бюлетенів та інших документів Євроконтролю та національних стандартів з діяльності авіації.

Постійна інформація – відомості про структуру повітряного простору, повітряні траси, маршрути, райони аеродромів та схеми польотів у них, розташування злітно-посадкових смуг (ЗПС) та параметри радіотехнічних засобів (РТЗ) навігації та заходу на посадку, зони обмежень польотів та заборонені зони, відомості про перешкоди та ін. Ця інформація є прерогативою кожної держави, її публікують у збірнику аеронавігаційної інформації (Aeronautical Information Publication – AIP). На її основі для простоти користування можуть укладатись зведені збірники за регіонами польотів – наприклад, збірники JEPPESEN. Вона може змінюватись публікуванням поправок з уведенням у дію у чітко визначені дати, з інтервалом у 28 днів (дати AIRAC).

Загальновідома інформація – планові обмеження на польоти та закриття аеродромів, на ремонт ЗПС, профілактика РТЗ навігації та посадки, випуск метеозондів тощо. Така інформація надається відповідними організаціями та розсилається Службою аеронавігаційної інформації держави (Aeronautical Information Service – AIS) у вигляді спеціальних телеграм – NOTAM (Notice for Air Man). Доведенням NOTAM до користувачів займаються служби брифінгів у кожному аеропорті та відповідні підрозділи у службах руху. До загальновідомі належить також інформація про розклад руху літаків на сезон.

Оперативна інформація – плани польотів у районах КПП на добу, інформація про рух ПС (зліт, посадка, затримка вильоту), відомості про погоду в районах польотів та на аеродромах, про закриття аеродромів, штормові попередження, інформація про слоти (заданий час прибуття на аеродром посадки або прольоту конкретної точки) та ін. Надходить у вигляді формалізованих телеграм через передачу даних та постійно оновлюється.

Тактична інформація – час входу ПС у зону посадки на аеродромі, час початку роботи військової авіації, закриття ешелону польоту, наявність небезпечних явищ у зоні польотів та на аеродромах, особливі випадки у польоті, відомості про відмови РТЗ та систем КПП, стан ЗПС тощо. Отримується АД від диспетчерів суміжних диспетчерських пунктів та служб забезпечення польотів, органів керування відомчою авіацією, від метеоорганів та аеродромів зазвичай за допомогою засобів голосового зв'язку.

Поточна інформація – радіолокаційна інформація про поточний стан ПС та дані його пеленгування, інформація від екіпажу ПС – запит на зниження (набір висоти), розрахунковий час прольоту точки, відомості про відмову техніки, відомості про особливі випадки у польоті, інформація від метеолокаторів, апаратна інформація систем КПП – формуляр ПС, вектор екстраполяції, сигнали індикації конфліктів тощо.

Отже, інформація у системах КПП – це різнопланові, специфічні відомості, подані у різних формах та форматах, на різних носіях або в голосовому вигляді, часто формалізовані, тобто такі, що потребують спеціальних знань та часу для ідентифікації, та які надходять за допомогою різних засобів зв'язку.

За допомогою РТЗ (первинні, вторинні та посадкові радіолокаційні станції, пеленгатори) забезпечується отримання інформації про поточне положення об'єктів керування – ПС, засоби зв'язку надають планові та інші необхідні дані, на основі яких комп'ютерними методами формується модель повітряної обстановки у зоні керування, яка відображається на дисплеях. Також додається інформація про структуру зони керування (повітряні траси, маршрути, аеродроми, зони обмежень польотів та картографічна інформація), а також відомості про стан навколишнього середовища – зони грозової діяльності, зливи, зони ожеледі та струминних течій. В останній час за допомогою потужних комп'ютерів та сучасних моніторів такі системи реалістично відображають ситуацію у зоні керування та інтегрують поточну інформацію на дисплеї.

На основі такої моделі повітряної обстановки у АД будується просторово-часовий образ повітряної обстановки, її концептуальна розумово-інформаційна модель, яка дає можливість перманентно обробляти та аналізувати інформацію, швидко доповнювати її новими елементами, які отримані з інших джерел, прогнозувати стан зони керування у перспективі, розробляти альтернативи (варіанти рішень) та на основі вибору приймати найкраще рішення з точки зору мети керування (заданих критеріїв ефективності). Це рішення за допомогою засобів зв'язку передається екіпажам ПС або суміжним АД (службам).

Розглянутий цикл повторюється багаторазово, щодо різних ПС, може містити у собі серію рішень або коригування попереднього рішення.

Принципова та дуже важлива особливість роботи АД – вони працюють у реальному масштабі часу, адже ПС мають різні плани польоту, летять із значною швидкістю з різними курсами, з набором висоти чи зниженням, і ситуація може змінюватись дуже швидко. Тож і рішення мають вироблятися швидко – іноді майже миттєво – у той момент часу, коли надійшла інформація про необхідність керівного впливу (команди).

Відносні затрати робочого часу диспетчера травосового центру КПП на обслуговування одного літака оцінюють так: радіозв'язок з екіпажем ПС – 30 %, обробка та ідентифікація радіолокаційної інформації – 25 %, взаємодія із суміжними диспетчерами КПП – 20 %, аналіз повітряної обстановки – 15%, та прийняття рішень (ПР) – 10 % [8]. Отже, лише четверта частина часу йде на відпрацювання можливих альтернатив рішень та на саме ПР. Однак із зростанням інтенсивності повітряного руху АД відчуває все більший дефіцит часу, завдання нагромаджуються, зростають вірогідність комунікаційних збоїв, напруженість роботи, які переходять у стрес. Часу на виконання технологічних операцій стає дедалі менше, тож менше його стає і на процес ПР.

Крім цього, диспетчер КПП разом з таким потужним потоком даних постійно відчуває значний "інформаційний голод", тому що інформації ніколи не буває достатньо. Маючи значну надлишковість даних, які можуть бути потрібні, але у стандартній ситуації не використовуються, АД постійно зайнятий пошуком відомостей, які йому конче потрібні у поточний момент для вирішення конкретної проблеми. Це пов'язано з тим, що ситуація постійно змінюється, і у разі запізнення проходження даних або потреби уточнити

значення параметра необхідний додатковий запит. Скажімо, коли екіпаж планує початок зниження з ешелону, питання, яке значення видимості на ЗПС після поточного заміру, до якої висоти розвинулась грозова хмара на трасі, яка погода на аеродромах сусідньої зони виникають дуже часто, вони потребують негайної відповіді, від них залежить наступне рішення, яке неможливо відтермінувати у часі – адже ПС здійснює реальний політ. У роботі диспетчера КПП найяскравіше виражені принципи роботи "активного оператора", який мусить активно керувати у своїй зоні відповідальності (об'єкті керування), тільки з тією обтяжливою поправкою, що безпосередньо АД не керує окремими елементами об'єкта керування, а може зробити це лише опосередковано – через екіпаж ПС. Тому його робота і ПР мають враховувати інерцію системи, і з цих причин вони мають бути значною мірою прогностичними. Ефективний АД широко використовує свій інтелектуальний потенціал, продуктивне мислення, яке має містити передбачення, навіть інтуїцію, тобто ті здібності людини, які властиві тільки їй як суб'єкту керування в системі КПП.

Модель процесу прийняття рішень

Для врахування факторів робочого середовища систем КПП під час ПР слід формалізувати складність об'єкта керування, невизначеність інформаційних потоків та інших чинників, врахувавши дефіцит часу та стрес. Така модель (рис. 1, а) була запропонована у роботі Ф. Бреке [9].

Спираючись на цю модель, можна визначити складові, які впливають на процес ПР, для подальшого застосування цього методу у відпрацюванні рекомендацій з компенсації шкідливих впливів та коригування небажаних властивостей диспетчерів КПП.

Робота ЛО у складних системах зі збирання та оброблення інформації, вибору альтернатив та прийняття рішень характеризується невизначеністю, когнітивною складністю і дефіцитом часу.

Ступінь невизначеності характеризується через недостатністю чи браком інформації, а також невпевненістю ЛО в її актуальності.

Когнітивна складність визначається кількістю дискримінаторів та операторів в алгоритмі, який описує розв'язання задачі ПР (ЗПР). Наприклад, задача з трьома ознаками може бути описана трьома дискримінаторами і трьома операторами.

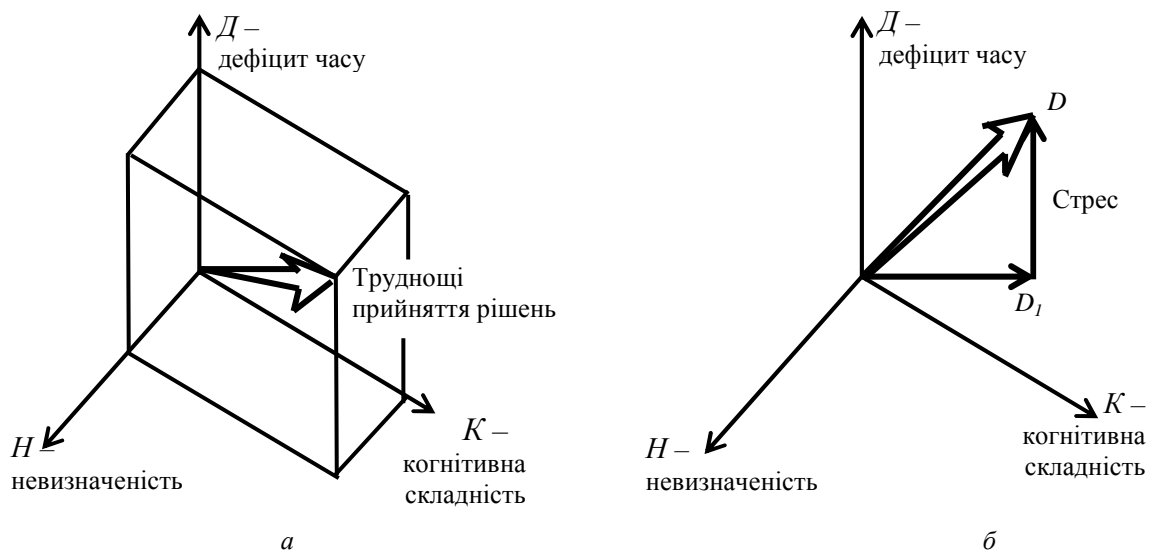


Рис. 1. Модель прийняття рішень:

a – модель Ф. Бреке;*б* – стрес як четвертий фактор, що додатково впливає на складність прийняття рішення

У нашому випадку залежно від поставленої мети кількість дискримінаторів та операторів може бути різною, враховуючи тільки одну проблему чи описуючи більш складну ситуацію.

Завдання, що характеризується вказаними чинниками – складністю та невизначеністю – вимагають відповідного часу для прийняття рішення. Якщо ЛО не має потрібного резерву часу, то вирішити завдання складно, тому наявність такого резерву має бути оцінена.

Отже, труднощі ЗПР – це результуюча, обумовлена дією трьох чинників: невизначеності, когнітивної складності і дефіциту часу.

Важливою характеристикою проблемної ситуації є стрес. За визначенням Ганса Сельє, стрес – це неспецифічна реакція організму у відповідь на будь-який негативний вплив [10]. Відповідно до цієї концепції існує деякий “нормальний” (чи “оптимальний”) стан організму, а стресори (скажімо, подразники або ситуації, що викликають у ЛО стан стресу) сприяють відхиленню від цього нормального стану. Звичайно, стрес являє собою спробу організму або адаптуватися до нових умов, або усунути їх і повернутися до нормального стану в найкоротший термін. Розрізняють такі види стресів [2; 11].

Життєві стреси виникають унаслідок негативних подій у житті людини (наприклад, розірвання шлюбу чи смерть родича). Стреси з причин

впливу навколишнього середовища пов'язані з конкретною діяльністю людей і трапляються, найчастіше, у результаті дії таких чинників, як температура, шум, вологість, освітлення і вібрація. Інформаційні стреси пов'язані з психологічними та емоційними особливостями розв'язуваного завдання з прийняття рішень.

Дослідженнями [12–14] показано, що у діяльності АД можна розглянути найширший спектр із 154 (!) стрес-чинників.

Розв'язання проблемних ситуацій під час КПР може взаємодіяти з проблемами, викликаними негативними впливами. Якщо їх взаємодія призведе до конфлікту чи когнітивного дисонансу, то у ситуацію завжди вводиться додаткова компонента стресу, що додається до нього (рис. 1, б).

Заходи щодо зниження до мінімуму негативного впливу факторів навколишнього середовища й інформаційних стресів розробляє ергономіка [2; 15; 16]. Так, на рис. 2 зображено закон Йеркса-Додсона, який визначає зв'язок між рівнем працездатності людей залежно від ступеня збудження й у момент, коли будь-яке збільшення рівня збудження негативно впливає на розв'язання ЗПР [2; 17–19]. Загальна форма кривих, що ілюструють такий взаємозв'язок, однакова для всіх професійних завдань, однак їх розміщення і більш точні форми залежать від складності конкретного розв'язуваного професійного завдання.

Кожний інструктор та диспетчер КПП добре знає, що з посиленням стресу результати діяльності поліпшуються (рис. 2), а з подальшим його посиленням починають швидко погіршуватися, тобто стрес стає особливим ефективним компонентом у визначенні труднощі ситуації прийняття рішень ЛО.

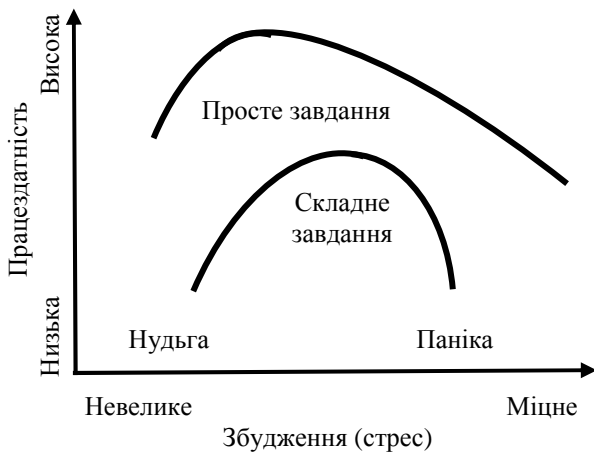
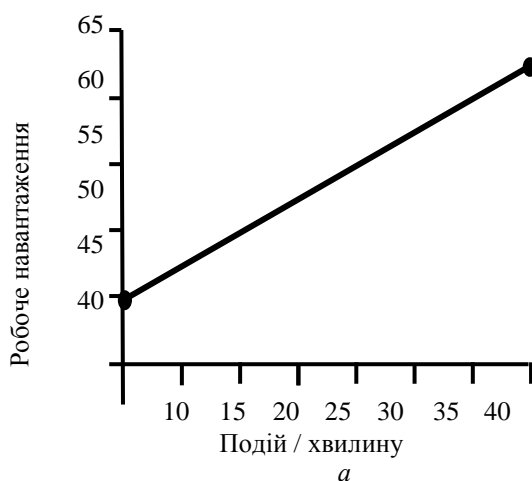


Рис. 2. Закон Йеркеса-Додсона, що визначає взаємозв'язок між працездатністю і збудженням

Проте нудьга і самозаспокоєність, які виникають в певні періоди часу у разі малого робочого навантаження, провокують неухважність ЛО. У такі періоди можна рекомендувати диспетчеру з КПП проводити самоконтроль виконаної роботи, виконувати відтерміновані завдання та контролювати поточний стан робочого середовища через деякі проміжки часу. Тобто включення АД у контур керування через визначені моменти часу є більш доцільним, ніж вимоги до нього здійснювати контроль за ситуацією у системі безперервно або протягом якогось тривалого часу.



Забезпечення робочого навантаження, що відповідає даним на рис. 2 і 3 є, реалізацією принципу активного оператора, під яким розуміють створення для ЛО умов для прояву його можливостей та актуалізації резервів людської психіки [20]. Адже можливості ЛО щодо ефективного виконання функцій контролю і своєчасного включення у процес керування під час різноманітних ситуацій істотно залежать не тільки від його готовності до виконання певних дій, але і від збереження визначеної особистої активності у процесі роботи.

Тренування у режимі "активного оператора"

Реалізація принципу активного оператора має особливий сенс для конструювання перспективних засобів КПП, коли завдання зі збереження активності ЛО поставлено не тільки з метою гуманізації праці, але і для забезпечення безпеки функціонування системи КПП.

Концепція активного оператора, конкретні форми її реалізації можуть змінюватися залежно від типу робочого середовища ЛО та рівня його автоматизації. Успіх рішення складного завдання залежить від когнітивних стратегій ЛО, тобто від її здатності керувати увагою, запам'ятовуванням, згадуванням і мисленням, а також від його особистого репертуару оволодіння стресом, а саме:

- АД повинен оцінювати кілька джерел інформації, щоб зрозуміти, що відбулося;
- інформація має стохастичні і нестохастичні ризики;
- рішення визначається цінністю варіантів.

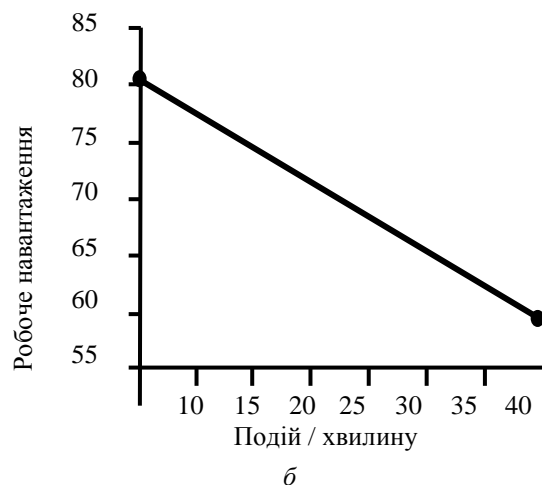


Рис. 3. Вплив нудьги на робоче навантаження (а) і працездатність (б) авіаційного оператора

Сценарії або ситуації КТР, за якими буде організовано тренування ЛО, мають бути ретельно вивчені та проградуйовані у тривимірній шкалі відповідно до підходу з моделі прийняття рішень. Тренування може бути ефективним тільки за умови виконання основного принципу методики навчання "від простого до складного" (рис. 4) [20–22].

Моделюючи вправу, на першому етапі можна проводити її у спрощеному режимі, відпрацьовуючи якусь окрему конкретну процедуру чи ситуацію, наприклад, особливий випадок у польоті (відмова двигуна або радіозв'язку) або потенційно конфліктну ситуацію. Для студентів або стажерів цей етап може проходити в аудиторії у вигляді розіграшів ситуацій та рольових ігор.

Поступово до сценаріїв потрібно додавати нові фактори, ускладнюючи завдання, зменшуючи час на її вирішення, а з третього чи четвертого етапу моделювати фактор стресу через збільшення фонованого інформаційного навантаження.

Перехід до наступної стадії КТР повинен здійснюватися тільки тоді, коли відповідно до заздалегідь встановлених критеріїв можна

зробити висновок, що рівня, запланованого для попередньої стадії, досягнуто. Основним критерієм, на нашу думку, може бути наявність резерву часу.

Особливої уваги заслуговує забезпечення поступовості наростання стресу. Перехід від навчання в аудиторії, де стрес невеликий, на тренажер сам по собі посилює стрес, оскільки забезпечується більший реалізм вправ.

Подальше збільшення складності ситуації і обсягу інформації, створення через поєднання кількох проблемних ситуацій все більшого робочого навантаження дає можливість змоделювати умови, досить близькі до реального КТР за пультом. При цьому на заключних етапах важливо визначити рівень сильного збудження та момент переходу його в паніку (рис. 2) для його фіксації та використання як контрольного наступних циклів тренувань. Перерва між циклами має бути достатньо тривалою: 2–3 місяці.

Приклад тренувального сценарію, який може бути застосований для проведення тренінгів з молодими АД подано на рис 4.

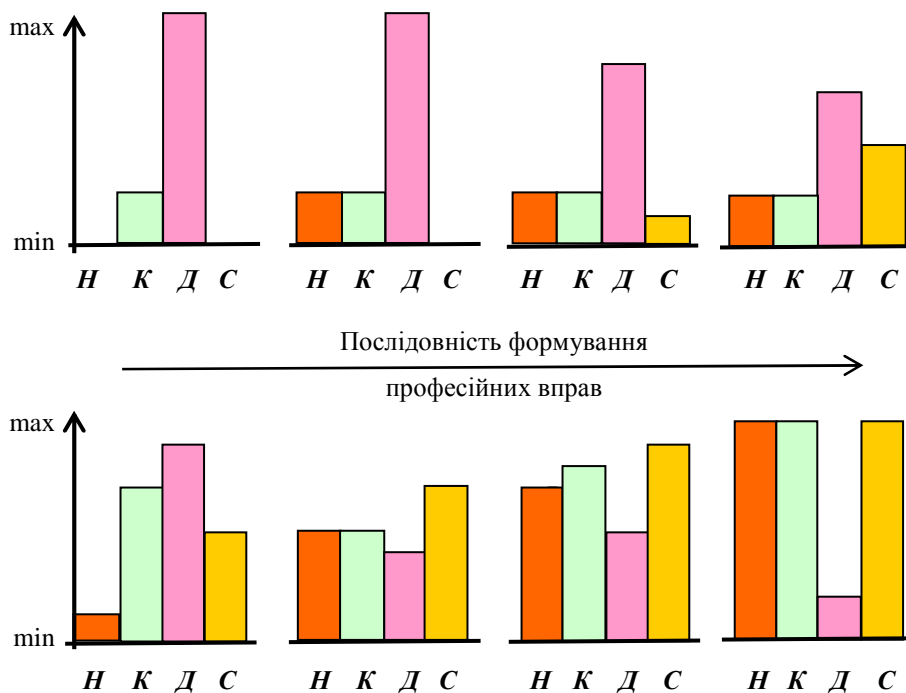


Рис. 4. Дозування невизначеності (H), складності (K), дефіциту часу (D) і стресу (C) у процесі ускладнення професійного навчального завдання

Висновки

1. Діяльність АД розглядається як безупинний ланцюг рішень, що виробляються і реалізуються в явних і прихованих формах. Неправильні рішення – головна загроза БП, проте їх системному дослідженню приділяється недостатньо уваги.
2. Залишається актуальним питання чіткого визначення оптимального робочого навантаження авіаційних операторів в умовах все більшої автоматизації процедур керування ПС у польоті та процесів КІР. Це навантаження має обов'язково враховувати характеристики і чинники невизначеності, когнітивної складності і дефіциту часу у професійній діяльності пілотів та АД, а також ставлення до нього авіаційних операторів.
3. Розроблено рекомендації щодо організації ПР АД з урахуванням зазначених чинників.
4. У подальших дослідженнях слід розробити професійні ситуативні вправи ПР АД.

Література

1. *Фундаментальные концепции человеческого фактора* // Человеческий фактор: сб. материалов № 1. – Циркуляр ICAO 216 AN / 131. – Монреаль, Канада, 1989. – 34 с.
2. *Эргономика* // Человеческий фактор: сб. материалов № 6. – Циркуляр ICAO 238 – AN / 143. – Монреаль, Канада, 1992. – 46 с.
3. *Изучение роли человеческого фактора при авиационных происшествиях и инцидентах* // Человеческий фактор: сб. материалов № 7. – Циркуляр ICAO 240-AN/144. – Монреаль, Канада, 1993. – 76 с.
4. *Человеческий фактор в управлении и организации* // Человеческий фактор: сб. материалов № 10. – Циркуляр ICAO 247 – AN / 148. – Монреаль, Канада, 1993. – 47 с.
5. *Человеческий фактор при управлении воздушным движением* // Человеческий фактор: сб. материалов № 8. Циркуляр ICAO 241 – AN / 145. – Монреаль, Канада, 1993. – 51 с.
6. *Основные принципы учета человеческого фактора в системах организации воздушного движения (АТМ)*. – Дос. ICAO 9758-AN / 966. – Монреаль, Канада, 2000.
7. *Safety Management Manual (SMM)* //DOC ICAO 9859 – AN/460. – Montreal, Canada, 2006.
8. *Гасов В.М.* Организация взаимодействия человека с техническими средствами АСУ. В 7 кн. Кн. 1. Инженерно-психологическое проектирование взаимодействия человека с техническими средствами: практ. пособие / В.М. Гасов, Л.А. Соломонов; под ред. В.Н. Четверикова. – М.: Высш. шк., 1990. – 127.
9. *Breshe F.H.* An Instrumental Design for Aircrew Judgment Training / F.H. Breshe // Aviat. Spase & Environ. Med. 53 (10), 1982. – P. 951–957.
10. *Chapanis A.* Man-machine engineering / A. Chapanis. – Belmont, California, USA, 1965
11. *Котик М.А.* Психология и безопасность / М.А. Котик. – Таллинн: Валгус, 1989. – 448 с.
12. *Біндас О.Б.* Порівняльний аналіз ефективності методів кількісної оцінки факторів безпеки в діяльності авіадиспетчерів / О.Б. Біндас // Наук. пр. акад. – Вип. III. – Ч. II. Моделювання та керування в аеронавігаційних системах. – Кіровоград: ДЛАУ, 1998. – С. 93–98.
13. *Беляєвський Л.С.* Метод розстановки пріоритетів у кількісній оцінці факторів безпеки в діяльності авіадиспетчерів / Л.С. Беляєвський, О.Б. Біндас // Вісник КМУЦА. – К.: КМУЦА, 1999. – № 2. – С. 279–284.
14. *Рева А.Н.* Количественная оценка факторов опасности в деятельности авиадиспетчера / А.Н. Рева, А.Б. Біндас // Перспективы развития гражданской авиации и подготовки высококвалифицированных кадров: сб. тр. 1-й Междунар. конф. / под ред. проф. К.Б. Алдамжарова. – Алматы, 2000. – С. 56–61.
15. *Damon A.* The Human Body in Equipment Design / A. Damon, H.W. Stoudt, R.A. Mc-Farland. – Cambridge, Massachusetts, USA, Harvard, 1966.
16. *Сильвестров М.М.* Автоматизация управления летательными аппаратами с учетом человеческого фактора / М.М. Сильвестров, Л.М. Козиоров, В.А. Пономаренко. – М.: Машиностроение, 1986. – 184 с.
17. *Справочник по инженерной психологии* / под ред. Б.Ф. Ломова. – М.: Машиностроение, 1982. – 368 с.
18. *Зигель А.* Моделирование группового поведения в системе “человек – машина” / А. Зигель, Дж. Вольф Дж. – М.: Мир, 1973. – 261 с.
19. *Котик М.А.* Природа ошибок человека оператора (на примерах управления транспортными средствами) / М.А. Котик, А.М. Емельянов. – М.: Транспорт, 1993. – 252 с.
20. *Рева А.Н.* Человеческий фактор и безопасность полетов: (Проактивное исследование влияния): Монография / А.Н. Рева, К.М. Тумышев, А.А. Бекмухамбетов; Науч. ред. А.Н. Рева, К.М. Тумышев. – Алматы, 2006. – 242 с.
21. *Картамышев П.В.* Методика летного обучения / П.В. Картамышев, М.В. Игнатович, А.И. Оркин; под ред. П.В. Картамышева. – М.: Транспорт, 1987. – 297 с.
22. *Рева А.Н.* Эргономические методы и средства тренажерной подготовки летного состава: науч.-практич. рекомендации / А.Н. Рева, А.А. Комаров, В.А. Кузнецов и др.; Под ред. А.Н. Рева, М.И. Рубца. – Кіровоград: ГЛАУ, 1995. – 106 с.