

УДК 629.7.072:88.4

О.М. РЕВА<sup>1</sup>, О.М ДМІТРІЄВ<sup>2</sup>, О.М. МЕДВЕДЕНКО<sup>1</sup>, О.Я. БИЛО<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Кіровоградський національний технічний університет, Кіровоград, Україна*

<sup>2</sup> *Державна льотна академія України, Кіровоград, Україна*

## ХАРАКТЕРИСТИКА ЕРГАТИЧНОЇ СИСТЕМИ «ІНСТРУКТОР – АВІАЦІЙНИЙ ТРЕНАЖЕР – ЛЬОТНИЙ ЕКІПАЖ»

*В статті, спираючись на методи і принципи теорії систем і системного аналізу, розроблена структура та дана повна і всебічна характеристика ергономічної навчальної системи управління «інструктор тренажера – "пілот-інструктор – тренажер – екіпаж"». Визначено, що досліджувана система є навчальною, складною динамічною, з трьома контурами управління, закрита, замкнута, імітаційна, з відстроченим результатом дії, без наслідків, цілеспрямована (за критеріями ієрархії, набору засобів, повернення, уникнення повторень та споживання) та недетермінована. Задача оцінювання ефективності функціонування системи розглядається як векторна. Діяльність інструктора має інтегрально оцінюватися показником "планування за вузьким місцем", членів льотної екіпажу під час тренування – мультиплікативним, під час виконання сертифікаційних польотів – за тим самим, що і інструктора.*

**Ключові слова:** ефективність професійної діяльності членів льотної екіпажу, тренажерна підготовка, ергатична система управління тренуванням.

### Постановка проблеми

Одним з найефективніших засобів формування і розвитку знань, умінь і професійних навичок, необхідних пілотів, як члену льотної екіпажу (ЧЛЕ) в реальних умовах діяльності, є комплексні тренажери літака (КТЛ). Використання КТЛ та інших тренажерних засобів дозволяє не тільки зменшити витрати на льотне навчання, але і підвищити його якість шляхом проведення тренувань в усіх можливих польотних ситуаціях, аж до екстремальних без обмеження кількості їх повторень. Причому деякі аварійні ситуації (АС) можуть бути імітовані тільки на КТЛ [1, 2].

Саме тому в нормах ІКАО [3] дозволяється включати в льотний досвід певний наліт на сертифікованих тренажерах.

Для забезпечення якості тренажерної підготовки (ТП) необхідно вирішити головну задачу – побудувати дидактичну модель професійної підготовки (ПП) ЧЛЕ на КТЛ під керівництвом інструктора з метою отримання і закріплення ними умінь з безпечної і ефективної льотної експлуатації (ЛЕ) повітряного судна (ПС) [4].

### Аналіз досліджень і публікацій

Слід зазначити, що абсолютна більшість досліджень, присвячених питанням вдосконалення процесів ТП, має фрагментарний характер. Усунення цього

недоліку було уперше системно здійснено В.А. Горячевим понад 20 років тому [1]. Проте з того часу значно змінилися тренажерна база, а загальноєвропейський занепад ПП пілотів на світовому рівні на фоні гострої потреби в льотних кадрах [5], призвів до певної руйнації вітчизняної системи льотної навчання. З іншого боку, ПП навіть на самих сучасних тренажерах, здійснюється, спираючись виключно на значний професійний досвід її організаторів, як правило, не має наукового обґрунтування, тому не може вважатися досконалою [6, 7]. Рекомендації ІКАО щодо розробки та використання авіаційних тренажерів також реалізуються не в повному обсязі [8].

### Постановка завдання

**Мета** статті полягає у розробці всебічної характеристики навчальної ергатичної системи "інструктор – авіаційний тренажер – льотний екіпаж" як основи керування і вдосконалення процесів ТП пілотів та інших ЧЛЕ.

### Характеристика досліджуваної системи як ергатичної

Для розв'язання зазначеного питання, використовувалися методи теорії систем та системного аналізу [9–21]. Спираючись на них та аналіз наукових праць [1, 6, 7, 22–31], виявлено, що основними рисами ергатичної системи управління (ЕСУ) є:

– наявність мети, яка полягає в підтримці на необхідному рівні або поліпшенні характеристик роботи об'єкту управління;

– наявність людини-оператора (Л-О) – інструктора - суб'єкта управління, який визначає відповідність результатів роботи системи поставленій меті і приймає рішення щодо ступеня керуючих впливів. З іншого боку, пілот, екіпаж, що тренуються на КТЛ, виступає і як об'єкт управління, до якого застосовується керуючий вплив з боку інструктора;

– наявність засобів збору, передачі і обробки інформації про стан об'єкту управління, про характер дій, що управляють, і їх результати;

– наявність органів управління (ОУ).

Система "інструктор - КТЛ - екіпаж" (СІКЕ) має всі вказані риси, тобто є ЕСУ. В той же час ця система має деякі особливості.

По-перше, є *навчальною*, оскільки мета її функціонування – досягнення потрібного рівня професійних умінь і навичок при підготовці ЧЛЕ.

По-друге, діяльність ЧЛЕ під час ЛЕ ПС полягає в тому, що вони за допомогою технічних засобів управляють ПС, окремими агрегатами (або ПС в цілому). Цей зв'язок характеризується сполученням елементів (ланок) системи "людина – машина – машина".

Вплив інструктора КТЛ на систему може здійснюватися різними поєднаннями керуючих тренувань дій: інструктор - екіпаж; інструктор - машина - машина - екіпаж; інструктор - система "екіпаж - КТЛ". Також, всі окремо узяті елементи СІКЕ самі є системами, яким властиві специфічні функції і які здатні функціонувати ізольовано один від одного [9, 29]. Тому СІКЕ є *складною динамічною системою*.

З іншого боку, зазначене відкриває перспективи для застосування принципу вертикальної декомпозиції [15, 32] до організації ТП та формування її конкретного змісту.

По-третє, досліджувана система має декілька контурів управління. У класичному варіанті розглядається система що складається з двох контурів (рис. 1) [1, 29]: навчаючого контуру «інструктор - підсистема "екіпаж – КТЛ"» і навчального контуру управління "екіпаж – КТЛ".

У навчаючому контурі управління система "екіпаж - КТЛ" ЧЛЕ є об'єктом управління.

В навчальному – вони виступають як суб'єкт управління, а об'єктом служить КТЛ. У обох випадках КТЛ розглядається лише як технічна (машинна) частина СІКЕ.

При цьому закономірності функціонування навчального контуру управління "екіпаж - КТЛ" практично не відрізняється від відомих для систем "екіпаж - ПС" [1, 6, 22 – 25, 28, 31, 33 – 37].

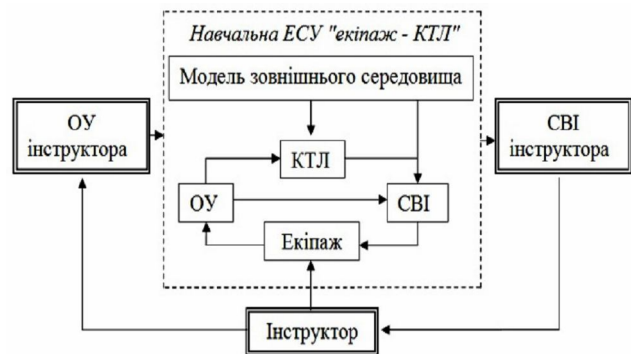


Рис. 1. Структурно-функціональна схема системи "інструктор – тренажер – екіпаж"

Проте тут виникають такі групи питань:

– як організувати структуру взаємодії інструктора і навчального контуру управління "екіпаж - КТЛ" з правильним розподілом функцій між Л-0 і машиною, що входить, наприклад, до складу робочого місця інструктора (РМІ);

– як організувати структуру управління КТЛ учбовим екіпажем з правильним розподілом функцій між Л-0 і автоматом;

– як організувати взаємовідношення людини і технічної частини системи "екіпаж - КТЛ";

– як забезпечити розвиток "правильних" умінь у ЧЛЕ;

– як змусити ЧЛЕ "старатися".

Ступінь дослідження цих питань убуває, а їх важливість зростає в порядку перелічення. Для вирішення проблеми автори вводять додатковий навчальний контур з розділенням функцій на "пілота-інструктора" і "інструктора КТЛ" (рис. 2). Тим самим ЧЛЕ, що тренуються, не можуть не тільки отримати кваліфіковану допомогу в процесі ТП, але і можуть бути виявлені причини помилок в ЛЕ ПС. Найбільш актуальним при цьому є знаходження пілота-інструктора (ПІ) в кабіні КТЛ, що є особливо важливим на етапі початкового навчання.

Вхідними параметрами системи «інструктор тренажера – ”пілот-інструктор – "КТЛ - екіпаж"» (СІПКЕ) є програмні параметри польоту, вихідними – фактичні параметри, які поступають в блок порівняння (БП). КТЛ має прилади контролю (для ЧЛЕ і ПІ окремо) – світлосигнальні табло, індикатори, звукову і мовну сигналізація і т.под. Ці прилади складають систему відображення інформації (СВІ). Для аналізу функціонування СІПКЕ слід ще виділити БП. Різні сигнали, що у нього поступають, порівнюються з контрольними значеннями (з оперативною концептуальною моделлю) і передаються в СВІ як сигнали неузгодженості. Їх величина залежатиме від ступеня відхилення вимірюваного параметра від заданого рівня. Для реалізації керуючих дій, на функціональні системи КТС передбачені ОУ.

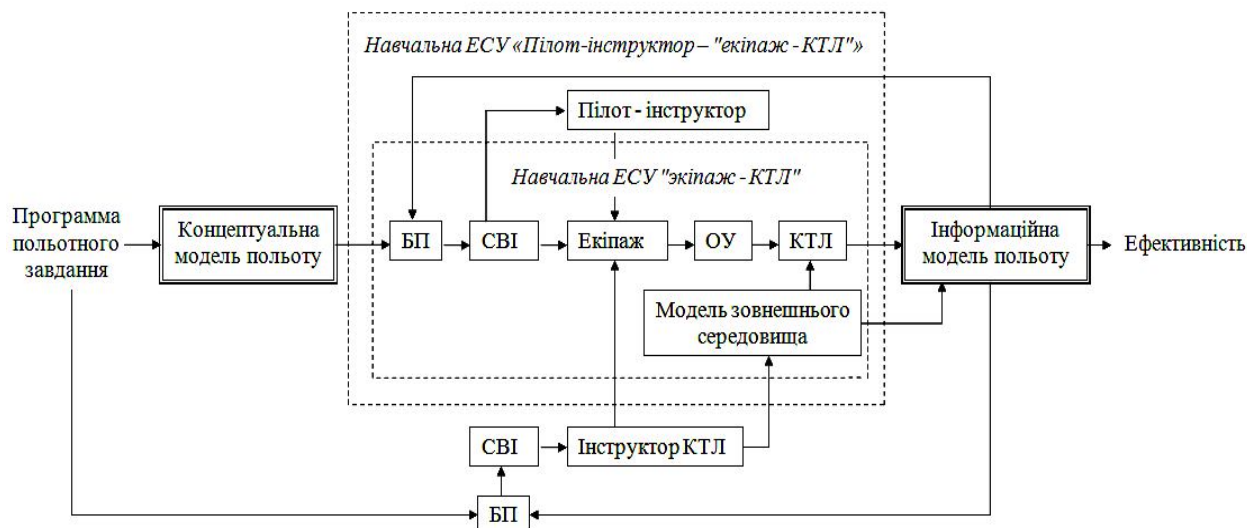


Рис. 2. Структурно-функціональна схема навчальної ергономічної системи управління «інструктор тренажера – "пілот-інструктор – «тренажер – екіпаж»»

По-четверте, за характером взаємодії з навколишнім середовищем СІПКЕ класифікується як *закрита*, оскільки вплив навколишнього середовища на систему незначний, у відмінності від навчального контуру «пілот-інструктор – "КТЛ – екіпаж"», де функцією впливу навколишнього середовища виконує інструктор, який формує умови ТП.

По-п'яте, оскільки діяльність елементів ЕСУ, організовується на основі порівняння інформації, що поступає до них по лінії зворотного зв'язку, то СІПКЕ характеризуємо як *замкнуту*.

По-шосте, важливою особливістю СІПКЕ є те, що система «КТЛ - екіпаж» *імітує* роботу системи «екіпаж – ПС» і в процесі тренування взаємодіє не з реальним об'єктом управління, а з його моделлю і моделлю середовища, в якому відбувається політ ПС. Тому в процесі ТП слід враховувати загальні неусувні для всіх видів КТЛ недоліки [1, 6, 7, 31]. Насамперед, йдеться про відсутність у ЧЛЕ відчуття реальної небезпеки, що іноді переходить в паніку при розвитку аварійної ситуації на борту ПС. Тому реакція на відмову може бути різною у польоті і на КТЛ. Крім того, психологічний настрій пілота, у якого за спиною сотні пасажирів, а не стінка кабіни КТЛ, абсолютно інший. На КТЛ не може бути реалістично відтворена ситуація в напруженому повітряному просторі крупного аеропорту, повному обмежень системи управління повітряним рухом, а також імітування паніки в пасажирському салоні.

Безпосередній результат навчання знаходиться в певному співвідношенні з якістю ПП і може об'єктивно відображати останнє тільки у тому випадку, коли, з одного боку, забезпечується високий рівень подібності КТЛ і ПС, і, з іншого боку, коли критерії і методи його оцінки аналогічні методам, використовуваним

при льотних перевірках ЧЛЕ. З урахуванням реальних технічних характеристик КТЛ, що виробляються і експлуатуються в Україні, ці перевірки фактично проводяться в умовах професійної діяльності через певний час після тренування на КТЛ. Тому СІПКЕ відноситься до ЕСУ з *відстроченим результатом дії*.

В-сьомих, досліджувана система є *цілеспрямованою*. Зміст цього критерію є надзвичайно важливим з точки зору отримання остаточного результату тренування по забезпеченню високого рівня ПП, і як наслідок – безпеки реальних польотів. Тому його детально розглянуто у окремому пункті.

Восьмою відмітною особливістю СІПКЕ є те, що дану систему можна віднести до класу так званих систем без наслідків. Система без наслідків характеризується тим, що її поведінка в майбутньому визначається її станом зараз і не залежить від минулих станів. Наприклад, положення ПС в просторі, що описується фазовими координатами, при заході на посадку не залежить від параметрів руху під час зльоту. У реальних системах наслідок має місце, але він не розповсюджується на відносно великий період часу. При цьому динаміка розвитку подій має стохастичний і нестохастичний характер [4].

### Критерії досліджуваної системи як цілеспрямованої

СІПКЕ є цілеспрямованою системою, оскільки задовольняє критеріям цілеспрямованої поведінки [1, 13 – 16, 23, 24]. А саме.

1. Цілеспрямована система здатна створювати *підділі* першого, другого і так далі, – взагалі n-го порядку. Такі підділі утворюють ієрархічну структуру (рис. 3).

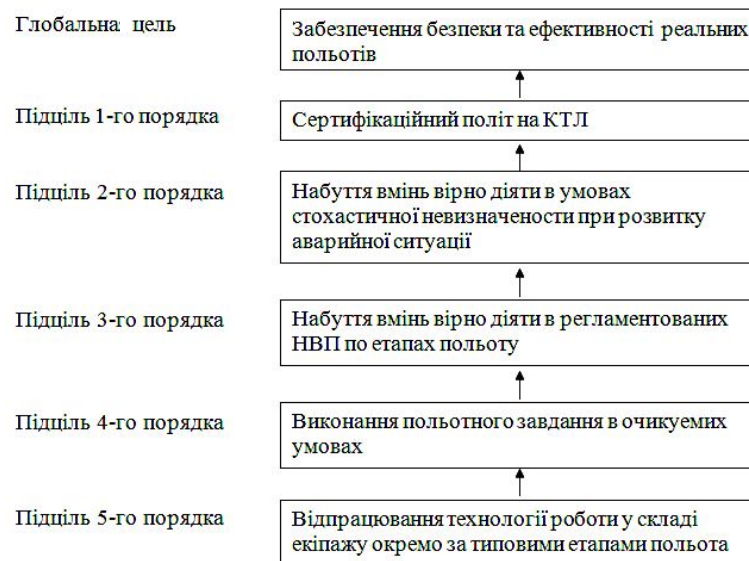


Рис. 3. Ієрархічне дерево цілей тренажерної підготовки членів льотного екіпажу

На вершині її поміщається *головна (глобальна) мета*, а на наступних, більш низьких ступенях - *підціль першого порядку, підціль підціль, тобто підціль другого порядку і так далі*.

Підціль будь-якого порядку можна, у свою чергу, розглядати як глобальну і декомпонувати її на складові, використовуючи принцип як вертикальної, так і горизонтальної декомпенсації. Мета системи визначається різними способами. Нами за основу обрані вимоги до рівня ПП ЧЛЕ, які допускаються до льотної підготовки на новому типі ПС.

2. Другий критерій пов'язаний з *набором засобів*. Цілеспрямовані системи здатні обирати засоби (методи, програми, стратегії, КТЛ), адекватні

конкретному і реальному рівню ПП ЧЛЕ та завданню підготовки. Якщо метод, що застосовується, не приводить до наміченої мети, навчаючий контур управління «інструктор – система "екіпаж - КТЛ"» замінює його на інший.

3. Третій критерій визначений як критерій *повернення*. Якщо ПП переривається у зв'язку з якимись зовнішніми або внутрішніми обставинами (закінчення запланованої тривалості тренування, втома ЧЛЕ або їх невідповідність до відпрацювання на КТЛ необхідного навчального завдання, поломка КТЛ і т.ін.), то цілеспрямована система здатна згодом повернутися (чергове планове тренування, відновлення сил ЧЛЕ після відпочинку, усунення поломки КТЛ) до етапу, на якому процес був перерваний. Цілком очевидно, що досліджувана СІПКЕ задовольняє вимогам цього критерію.

4. Четвертий критерій - *унікнення повторень*. Якби ОЕСУ весь час повторювала одні і ті ж дії, вона не могла б досягти чергових цілей або підціль.

5. Критерій *споживання* визначає досягнення

такого стану речей (рівня ПП учбового екіпажу, що проходить тренування на КТЛ в очікуваних і особливих ситуаціях польоту із заданою надійністю), суб'єктивна і об'єктивна цінність якого адекватна запланованій меті. Тоді припиняється відпрацювання відповідної вправи (або етапу ПП) і воно вважається освоєним учбовим екіпажем, тобто підціль певного рівня досягнута. Отже, йдеться про критерії оцінювання досягнутого рівня ПП (ефективності тренування).

### Критерії оцінювання ефективності функціонування досліджуваної системи

Якість функціонування СІПКЕ визначається якістю ПП інструктора, екіпажу і ступенем відповідності КТЛ конкретному типу ПС. Основним критерієм оцінки якості функціонування системи управління є ефективність. Під ефективністю системи управління розуміють успішність виконання завдання або всієї сукупності поставлених завдань. При цьому в системі до певної межі можуть накопичуватися порушення її функціонування.

Для оцінювання ефективності функціонування СІПКЕ можна намітити два підходи.

1. Управління здійснюється з метою отримання певного результату (ефекту), і він може бути отриманий або не отриманий. Поставлена мета вважається виконаною, якщо результат отриманий, і не виконаною, якщо результату немає. Отже, передбачається два альтернативні результати: 1) якщо заданий результат досягнутий, тобто вправа вважається виконаною; 2) якщо заданий результат не досягнутий, тобто необхідно повторне відпрацювання вправи.

Як загальний критерій ефективності СІПКЕ *W* можна прийняти імовірність *p* успішного виконання польотного завдання екіпажем:

$$W = p(A) \geq p_0, \quad (1)$$

де  $A$  – випадкова подія, що полягає в тому, що польотне завдання буде виконано;

$p_0$  – нормативне значення безпеки польотів.

Для визначення ефективності СІПКЕ за таким підходом потрібно встановити цілий ряд частинних критеріїв, відповідність яким дозволяє вважати вправу (польотне завдання) виконаною, що відповідає класифікаційним ознакам векторних задач ПР [32,38]. Причому невідповідність хоч би одному зі встановлених критеріїв зводить до нуля ефективність СІПКЕ в цілому. Приблизно так, але без набуття чисельного значення, оцінюють в даний час ефективність ЛЕ. Саме недосконале в такій оцінці – це рівнозначність різнорідних показників. Наприклад, важка льотна подія і недовиконаний економічний показник в рівній мірі приводять до нульової ефективності. Отже ідеться про необхідність застосування так званого "планування за вузьким місцем", коли, виходячи з необхідності забезпечення високого рівня безпеки польотів не дозволяється будь-яка компенсація низьких значень одних показників високими значеннями інших:

$$\varphi(W) = \min_j \left\{ \frac{W_i}{\alpha_i} \right\}, \quad \alpha_i \neq 0, \quad (2)$$

де  $\alpha_i$  – коефіцієнт важливості ("вага")  $i$ -го показника (критерію) ефективності  $W_i$ .

Зазначений підхід є найбільш прийнятним для оцінювання діяльності ПІ та ЧЛЕ під час виконання сертифікаційних польотів на КТЛ.

2. Ефективність оцінюється в процесі поточних тренувань ЧЛЕ, коли допускається частинна компенсація поганих значень одних показників ефективності великими значеннями інших:

$$W = \frac{\prod_{i=1}^m W_i^{\alpha_i}}{\prod_{i=m+1}^n W_i^{\alpha_i}} \quad (3)$$

де  $i=1,2,\dots,m$  – індекси критеріїв ефективності, значення яких бажано збільшувати;  $i=m+1,\dots,n$  – індекси критеріїв ефективності, значення яких бажано зменшувати.

До першої групи доцільно віднести наступні показники:

– точність дотримання режиму польоту (ступінь відповідності інструментальної моделі польоту концептуальної);

– правильність і своєчасність ПР (створення оперативної концептуальної моделі польоту);

– правильність дотримання технології ЛЕ ПС (параметри: безпомилковість, послідовність, своєчасність, швидкість);

– оптимальність дій (раціональність використання оперативних одиниць);

– розподіл і перемикання уваги;

– резерви уваги;

– ступінь взаємодії в екіпажі;

До другої групи доцільно віднести, скажімо, показники і критерій психофізіологічної «ціни» професійної діяльності.

Вибір перелічених показників обумовлений необхідністю оцінювання ступеня надійності ЧЛЕ, що безпосередньо робить вплив на об'єктивність оцінки рівня їх ПП.

## Висновки

1. Використовуючи методи теорії систем та системного аналізу розглянута структура та дана всебічна характеристика ергономічної навчальної системи управління "інструктор тренажера – «пілот-інструктор – "тренажер – екіпаж"», і яка визначена як, складна динамічна, така, що має три контури управління, недетермінована, закрита поліергатична система замкнутого типу з відстроченим результатом дії і відноситься до класу систем без наслідків стохастичного типу.

2. Аналіз змісту критеріїв досліджуваної системи як цілеспрямованої та критеріїв оцінювання ефективності її функціонування дозволяє вдосконалити методологію розробки програм ТП.

3. Оцінку ефективності діяльності інструкторського складу, а також ЧЛЕ під час проведення сертифікаційних польотів слід проводити за інтегральним показником, що відповідає "плануванню за вузьким місцем". Оцінювання ЧЛЕ в процесі тренувань слід здійснювати за допомогою мультиплікативного підходу.

4. Подальші дослідження з вдосконалення процесів ТП ЧЛЕ слід проводити у напрямках вдосконалення відповідних програм підготовки до дій в АС з врахуванням психофізіологічної можливості ЧЛЕ усунути їх негативні наслідки.

## Література

1. Горячев В.А. Эргономические основы создания и применения авиационных тренажеров: Дисс... д.т.н. по специальности 05.22.14 "Эксплуатация воздушного транспорта" – Л.: ОЛАГА, 1986. – 358 с.

2. Пономаренко В.А. Безопасность полетов – боль авиации / В.А. Пономаренко. – М.: МПСИ: ФЛИНТА, 2007. – 416 с.

3. Выдача свидетельств авиационному персоналу: Приложение 1 к Конвенции о международной гражданской авиации. – ИКАО: Монреаль, Канада, 1988. – 8-е изд. – 157 с.

4. Рева О.М. Проблемы формирования у пилота на-вичок долаання наслідків відмов авіаційної техніки

- в режимі синхронного генератора / О.М. Рева, С.О. Дмитрієв, О.М. Дмитрієв // *Авіаційно-космічна техніка і технологія*. – 2009. – №2. – С. 97-102.
5. Рева А.Н. Факторы дефицита летных кадров / А.А. Комаров, А.Н. Рева, М.И. Рубец // *Науч. тр. академии*. – Вып. 2. – Кировоград: ГЛАУ, 1997. – С. 101-111.
  6. Рева А.Н. Оптимизация профессиональной деятельности инструктора авиационного тренажера: *Науч.-практ. реком.* / А.Н. Рева, В.А. Горячев, Н.С. Крылова и др.; под ред. А.Н. Ревы, В.А. Бодрова. – М.: ИПАН, 1990. – 127 с.
  7. Рева А.Н. Эргономические методы и средства тренажерной подготовки летного состава: *Науч.-практ. реком.* / А.Н. Рева, В.А. Кузнецов, А.А. Комаров и др.; под ред. А.Н. Ревы, М.И. Рубца. – Кировоград: ГЛАУ, 1995. – 106 с.
  8. Руководство по критериям квалификационной оценки пилотажных тренажеров: *Doc. ICAO 9625/AN938*. – Монреаль, Канада, 1995. – 75 с.
  9. Бусленко Н.П. Лекции по теории сложных систем / Н.П. Бусленко, В.В. Калашиников, И.Н. Коваленко. – М.: Сов. радио, 1973. – 440 с.
  10. Директор С. Введение в теорию систем: *Пер. с англ.* В.Н. Бусленко, Н.И. Осетинского / С. Директор, Р. Рорер; под ред. Н.П. Бусленко. – М.: Мир, 1974. – 464 с.
  11. Лэсдон Л.С. Оптимизация больших систем / Л.С. Лэсдон. – М.: Наука, 1975. – 432 с.
  12. Денисов А.А. Теория больших систем управления: *Учеб. пособ.* / А.А. Денисов, Д.Н. Колесников. – Л.: Энергоиздат, 1981. – 288 с.
  13. Губанов А.А. Введение в системный анализ: *Учеб. пособ.* / А.А. Губанов, В.В. Захаров, А.Н. Коваленко; *Науч. ред.* Л.А. Петросян. – Л.: ЛГУ, 1988. – 288 с.
  14. Акофф Р. О целеустремленных системах: *Пер. с англ.* Г.В. Рубальского / Р. Акофф, Ф. Эмери; *под ред.* И.А. Ушакова. – М.: Высш. шк., 1989. – 367 с.
  15. Перегудов Ф.И. Введение в системный анализ: *Учеб. пособ.* / Ф.И. Перегудов, Ф.П. Тарасенко. – М.: Высш. шк., 1989. – 367 с.
  16. Клир Дж. Систематология: Автоматизация решения системных задач: *пер. с англ.* М.А. Зуева / Дж. Клир; *под ред.* А.И. Горлина. – М.: Машиностроение, 1996. – 112 с.
  17. Дудюк Д.Л. Моделювання та оптимізація об'єктів і систем керування: *навч. посіб.* / Д.Л. Дудюк, В.М. Максимів, Л.Я. Сорока. – К.: ІЗМН. 1998. – 248 с.
  18. Сурмин Ю.П. Теория систем и системный анализ: *учеб. пособ.* – К.: МАУП, 2003. – 368 с.
  19. Гайдес М.А. Общая теория систем (системы и системный анализ) / М.А. Гайдес. – М.: Глобус-прес, 2005. – 201 с.
  20. Новосельцев В.И. Теоретические основы системного анализа / В.И. Новосельцев. – М.: Майор, 2006. – 592 с.
  21. Романов В.Н. Системный анализ для инженеров / В.Н. Романов. – СПб: СЗГЗТУ, 2006. – 186 с.
  22. Введение в эргономику / *Под ред.* В.П. Зинченко. – М.: Сов. радио, 1974. – 352 с.
  23. Павлов В.В. Начала теории эргатических систем / В.В. Павлов. – К.: Наук. думка, 1975. – 235 с.
  24. Таран В.А. Эргатические системы управления (Оценки качества эргатических процессов) / В.А. Таран. – М.: Машиностроение, 1976. – 188 с.
  25. Денисов В.Г. Авиационная инженерная психология / В.Г. Денисов, В.Ф. Онищенко, А.В. Скрипец. – М.: Машиностроение, 1983. – 232 с.
  26. Теория и эксперимент в анализе труда операторов / *Под ред.* В.Ф. Венды, В.А. Вавилова. – М.: Наука, 1983. – 332 с.
  27. Корчемный П.А. Психология летного обучения / П.А. Корчемный. – М.: Воениздат, 1986. – 136 с.
  28. Зараковский Г.М. Закономерности функционирования эргатических систем / Г.М. Зараковский, В.В. Павлов. – М.: Радио и связь, 1987. – 232 с.
  29. Северцев Н.А. Надежность сложных систем в эксплуатации и отработке: *Учеб. пособие для вузов* / Н.А. Северцев. – М.: Высш. шк., 1989. – 432 с.
  30. Эргономика // *Человеческий фактор: Сб. м-лов №6*. – Циркуляр ICAO 238-AN/143. – Монреаль, Канада, 1992. – 46 с.
  31. Рева А.Н. Эргономические основы первоначальной профессиональной подготовки пилотов: *дисс ... д-ра техн. наук: 05.22.14 "Эксплуатация воздушного транспорта"*. – К.: НАУ, 1996. – 376 с.
  32. Надежность и эффективность в технике: *Справочник в 10 т. Т.3. Эффективность технических систем* / *Под общ. ред.* В.Ф. Уткина, Ю.В. Крючкова. – М.: Машиностроение, 1988. – 328 с.
  33. Котик М.А. Курс инженерной психологии / М.А. Котик. – Таллин: Валгус, 1975. – 364 с.
  34. Изучение роли человеческого фактора при авиационных происшествиях и инцидентах // *Человеческий фактор: Сб. м-лов №7*. – Циркуляр ICAO 240-AN/144. – Монреаль, Канада, 1993. – 76 с.
  35. Руководство по обеспечению безопасностью полетов (РУБП) *Doc ICAO 9859-AN460* издание первое – Монреаль, Канада, 2006. – 364 с.
  36. Шибанов Г.П. Количественная оценка деятельности человека в системах "человек-техника" / Г.П. Шибанов. – М.: Машиностроение, 1983. – 263 с.
  37. Шибанов Г.П. Учет человеческого фактора при проектировании летательных аппаратов как систем "человек-техника-среда" и расследовании причин авиационных происшествий / Г.П. Шибанов, Е.В. Доманина // *Проблемы безопасности полетов:*

Ежемес. бюл. – М.: ВИНТИ, 1986. – №4. – С.18-23.  
38. Рева О.М. Однокрокові методи рішення задач з векторним показником ефективності: Методич.

дич. вказівки до вивчення курсу "Основи теорії прийняття рішень" / О.М. Рева. – Кіровоград: ДЛАУ, 1996. – 23 с.

Надійшла до редакції 29.05.2009

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф., завідувач кафедри проектування авіаційних двигунів С.В. Єпіфанов, Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського "ХАІ", Харків.

### ХАРАКТЕРИСТИКА ЕРГАТИЧНОЇ СИСТЕМИ "ІНСТРУКТОР – АВІАЦІЙНИЙ ТРЕНАЖЕР – ЛЬОТНИЙ ЕКІПАЖ"

*А.Н. Рева, О.Н. Дмитрієв, Е.Н. Медведенко, О.Я. Было*

В статье, опираясь на методы и принципы теории систем и системного анализа, разработана структура и дана полная и всесторонняя характеристика эргатической обучающей системы управления «инструктор тренажера – «пилот-инструктор – "тренажер – экипаж"»». Определено, что исследуемая система является обучающей, сложной динамической, с тремя контурами управления, закрытой, замкнутой, имитационной, с отсроченным результатом действия, без последствий, целенаправленная (по критериям иерархии, набора средств, возврата, избегания повторений и потребления) и недетерминированная. Задача оценивания эффективности функционирования системы рассматривается как векторная. Деятельность инструктора может интегрально оцениваться показателем "планирования по узкому месту", членов летного экипажа во время тренировки – мультипликативным, во время выполнения сертификационных полетов – за тем самым, что и инструктора.

**Ключевые слова:** эффективность профессиональной деятельности членов летного экипажа, тренажерная подготовка, эргатическая система управления тренировкой.

### DESCRIPTION OF "INSTRUCTOR - AVIATION SIMULATOR - FLIGHT CREW" ERGATIC SYSTEM

*A.N. Reva, O.N. Dmitriev, O.M. Medvedenko, O.Y. Bylo*

Basing on the methods and principles of the system theory and system analysis authors of the article have developed the structure and given a full and comprehensive description of the "simulator instructor" - "pilot instructor" - "simulator-flight crew" management ergatic training system. It is defined that the system under investigation is a training, complex dynamic, possessing three control contours, closed, locked, imitating, having the time-delayed action result, fraught with no consequences, purposeful (on criteria of hierarchy, set of means, return, repetition evasion and consumption) and undetermined system. The task of the system functioning efficiency appraisal is considered as a vector one. The instructor activity can be integrally appraised by means of the index of "the bottleneck planning", those of the flight crew members - by means of the index during training and the same as the instructor's during.

**Key words:** efficiency of the flight crew member professional activity, simulator training, ergatic system of the training management.

**Рева Олексій Миколайович** – д-р техн. наук, професор; професор кафедри автоматизації виробничих процесів Кіровоградського національного технічного університету, e-mail: ran54@meta.ua.

**Дмитрієв Олег Миколайович** – старший викладач кафедри льотної експлуатації Державної льотної академії України, e-mail: Dmitronik1970@rambler.ru.

**Медведенко Олена Миколаївна** – аспірант Кіровоградського національного технічного університету, e-mail: ars2007@gala.net.

**Было Олег Ярославович** – аспірант Державної льотної академії України.