

Висновок. Виведено передатну функцію ванни скловарної печі, як об'єкта керування. Її буде використано в подальших дослідженнях з аналізу і синтезу системи керування піччю.

Список використаної літератури

1. Жученко А. І. Отримання передатних функцій елементів скловарної печі / А. І. Жученко, О. В. Ситніков // Вісник Нац. техн. ун-ту України «Київ. політехн. ін-т» ; сер. «Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження». – 2011. – № 1 (7). – С. 101-105.
2. Ситников А. В. Создание системы уравнений тепловых потоков для стекловарной печи ванного типа / А. В. Ситников, К. М. Мироненко // Перспективы развития информационных технологий. – 2011. – № 5. – С. 101-105.
3. Бутковский А. Г. Характеристики систем с распределенными параметрами / А. Г. Бутковский. – М. : Наука, 1979. – 224 с.
4. Рапопорт Э. Я. Структурное моделирование объектов и систем управления с распределенными параметрами / Э. Я. Рапопорт. – М. : Высш. шк., 2003. – 299 с.

Надійшла до редакції 05.05.2012.

Kubrak A. I., Sytnikov O. V.

DETERMINATION OF TRANSFER FUNCTION OF GLASS FURNACE TUB

The tub of glass furnace that is subject to the control system of glassmaking production is considered. A structural model of the furnace bath and withdrawn its transfer function are created.

Keywords: transfer function, glass furnace, structural model.

References

1. Zhuchenko A. I. Otrymannia peredatnykh funktsii elementiv sklovarnoi pechi [Calculation of transfer functions of elements of glass furnace] / A. I. Zhuchenko, O. V. Sytnikov // Visnyk Nats. tekhn. un-tu Ukrainy «Kyiv. politekhn. in-t» ; ser. «Khimichna inzheneriia, ekolohiia ta resursozberezhennia». – 2011. – # 1 (7). – S. 101-105.
2. Sitnikov A. V. Sozdanie sistemy uravnenij teplovykh potokov dlja steklovarnoj pechi vannogo tipa [Creating a system of equations of heat flows for tank type glass furnace] / A. V. Sitnikov, K. M. Mironenko // Perspektivy razvitiia informacionnykh tehnologij. – 2011. – № 5. – S. 101-105.
3. Butkovskij A. G. Harakteristiki sistem s raspredelennymi parametrami [Characteristics of systems with the distributed parameters] / A. G. Butkovskij. – M. : Nauka, 1979. – 224 s.
4. Rapoport Je. Ja. Strukturnoe modelirovanie ob'ektov i sistem upravlenija s raspredelennymi parametrami [Structural modeling of objects and control systems with distributed parameters] / Je. Ja. Rapoport. – M. : Vyssh. shk., 2003. – 299 s.

УДК 004.314:338.5; 229.735.45; 681.3

КОЛОСОВ О. Є.¹, д.т.н., пр.н.с.;

МАТВІЄВСЬКИЙ О. М.², к.в.н., с.н.с., ЛУШНІЧЕНКО В. М.², к.т.н.

¹ Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

² ТОВ «Науково-виробниче підприємство «Енергія-2000», м. Київ

ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ СТРУКТУРИ АВТОМАТИЗОВАНИХ ТРЕНАЖНО-МОДЕЛЮЮЧИХ ЗАСОБІВ

Описано принципи побудови структури автоматизованих тренажно-моделюючих засобів на прикладі комплексного тренажера, призначеного для навчання і тренування осіб групи керівництва польотами, офіцерів бойового управління і пілотів літальних апаратів з управління повітряною обстановкою в зонах відповідальності командних диспетчерських пунктів державної авіації, оснащених сучасними комплексами засобів керування польотами. При цьому комплексний тренажер виконаний з можливістю залучення до спільних тренувань пілотів, що діють в єдиному віртуальному просторі на пілотажних тренажерах (тренувальних пристроях) керованих літальних апаратів.

Ключові слова: автоматизована система моделювання, тренажер, пілот, літальний апарат.

Постановка проблеми. Комплексний тренажер є автоматизованим тренажно-моделюючим засобом, призначеним для навчання і тренування осіб групи керівництва польотами (ГКП), офіцерів бойового управління (ОБУ) і пілотів літальних апаратів (ЛА) з управління повітряною обстановкою в зонах відповідальності командних диспетчерських пунктів (КДП) державної авіації, оснащених сучасними комплексами засобів керування польотами, з можливістю залучення до спільних тренувань пілотів, що діють в єдиному віртуальному просторі на пілотажних тренажерах (тренувальних пристроях) керованих ЛА. Розроблені принципи побудови комплексного тренажера, окрім державної авіації, можуть використовуватись при побудові комплексних тренажних пристроїв у різних галузях промисловості.

Аналіз попередніх досліджень. Серед серійних комплексів засобів керування польотами (КЗКП) державної авіації, що є подальшим розвитком авіаційних тренажерів, розроблених за часів СРСР [1], найбільш перспективними є російські КЗКП ВІСП-97 зразка 2009 р. [2] (далі – КЗКП ВІСП-97), КЗКП-А [3] та автоматизований командно-диспетчерський пункт (АКДП) українського виробництва [4]. Вони відрізняються конструктивним виконанням універсальних робочих місць (РМ) осіб ГКП і ОБУ, а також особливостями модулів, що містять програмні алгоритми вторинної обробки радіолокаційної та радіонавігаційної інформації. Однак універсальні РМ осіб ГКП і ОБУ, що входять до складу кожного з цих КЗКП, мають однакову структуру як за органами управління, так і засобами відображення інформації. Тому найважливішим завданням підготовки осіб ГКП і майбутніх ОБУ у вищих навчальних військових закладах кожної країни слід вважати забезпечення можливості проведення тренувань з управління повітряною обстановкою з використанням тренажера, що за своїми конструктивними і функціональними можливостями є точною копією КЗКП саме того типу, який вибраний як базовий для оснащення КДП на аеродромах та вертодромах державної авіації цієї країни, а також забезпечення можливості спільних тренувань осіб ГКП, ОБУ і пілотів, що діють в одній віртуальній пілотажній (тактичній) зоні на пілотажних тренажерах (тренувальних пристроях) різних типів ЛА.

Основним недоліком тренажера [5] є неможливість його використання для навчання осіб ГКП і набуття ними навичок роботи з використанням конкретного типу комплексу технічних засобів керівництва польотами державної авіації. У його складі відсутні пілотажні тренажери (з імітаторами органів управління і пілотажно-навігаційних приладів, а також адекватним імітуванням динаміки польоту ЛА конкретного типу), що знижує реалістичність імітування зворотного зв'язку осіб ГКП із пілотами керованих ЛА, зводячи їх лише до комунікативної взаємодії з пілот-операторами, які беруть участь у тренуванні. У технічному рішенні [5] існують також суттєві обмеження щодо складу імітованих засобів радіотехнічного забезпечення (РТЗ) та кількості каналів імітованого голосового зв'язку, а також відсутнє РМ керівника тренування.

Перспективним є тренажерний-моделюючий комплекс [6]. Він містить навчальний командний пункт у складі РМ керівника польотів, керівника зони посадки (ЗКП), керівника ближньої зони (КБЗ), керівника дальньої зони (КДЗ), офіцера бойового управління (ОБУ), обладнаних засобами зв'язку, засобами контролю за польотами і управління ЛА, що дозволяють здійснювати управління радіолокаційною та радіонавігаційною інформацією, два автоматизованих РМ пілотів літака Су-27 з імітаторами основних органів управління і приладового обладнання та системою візуалізації позакабінної обстановки, що забезпечують спільне відпрацювання дій льотних екіпажів і осіб групи керівництва польотами, АРМ керівника тренування, обладнане засобами зв'язку, що забезпечують зв'язок керівника тренування з усіма її учасниками, і засобами відображення, що дозволяють контролювати дії будь-якого учасника тренування на його робочому місці, об'єднані ЛОМ. Це технічне рішення дозволяє здійснювати спільну підготовку повного розрахунку групи керівництва польотами та двох пілотів літаків Су-27 до виконання індивідуальних завдань і групових дій в різних умовах, відпрацьовувати варіанти бойових дій у складі пари, проводити контроль динаміки повітряної і тактичної обстановки з можливістю її відтворення. Однак у комплексі [6] не передбачено використання імітаторів РМ осіб ГКП і ОБУ, наявних в КЗКП конкретного типу. Також відсутні можливості оперативного (програмного) реконфігурування АРМ льотчиків під різні ЛА і не передбачено інтегрування тренажера з комплексними пілотажними та іншими тренажерами. Ці недоліки істотно зменшують ефективність тренувань з особами ГКП, оскільки не дозволяють забезпечувати їхню підготовку з управління повітряною обстановкою на КДП, оснащених КЗКП конкретного типу, а також роблять неможливим залучення до спільних тренувань пілотів на пілотажних тренажерах інших (крім Су-27) літаків і гвинтокрилів.

Метою статті є розроблення принципів побудови структури універсального тренажера, призначеного для комплексного навчання та підготовки осіб ГКП і ОБУ дій з управління повітряним рухом з КДП, оснащених одним із сучасних комплексів засобів керівництва польотами (ВІСП-97, КЗКП-А, АКДП або

аналогічним), підвищення ефективності тренувань із керування повітряною обстановкою в зонах відповідальності командних пунктів і спеціальних тренувань з відпрацювання навичок дій в особливих випадках у польоті, а також спільного навчання осіб ГКП, ОБУ і пілотів різних типів ЛА взаємодії і тактичним прийомам, застосовуваним при виконанні навчальних польотів і бойових завдань за умов радіоелектронної, вогневої і маневреної протидії супротивника, шляхом ефективного компонування систем і побудови структурних елементів тренажера.

Обґрунтування ефективності побудови комплексного тренажера. Особливістю структури і функціонування розробленого тренажера є, зокрема, таке:

1. Програмно-апаратні модулі містять програмовані логічні інтегральні схеми (ПЛІС), які підтримують «захист» алгоритмів:

- функціонування КЗКП конкретного типу (зокрема інформаційної підтримки осіб ГКП із надання допомоги екіпажам ЛА в разі виникнення особливих випадків у польоті, при заході на посадку у випадках відхилення ЛА від курсу та/чи посадкової глісади);

- автоматичної видачі попереджень про потенційно конфліктні ситуації між ЛА, ЛА і землею чи наземними об'єктами, попереджень про зниження нижче мінімально безпечної висоти і порушення норм поздовжнього ешелонування в зоні посадки;

- формування і відображення інформації про розрахунки маневрування перед посадкою і параметрів траєкторій заходу на посадку;

- розрахунку і відображення дальності між ЛА і часу, що залишився до порушення встановлених інтервалів ешелонування.

2. Завдяки компонуванню систем та елементів тренажера реалізовано можливість:

- спільного навчання і тренувань осіб ГКП, ОБУ і пілотів ЛА (різних типів літаків і гвинтокрилів державної авіації) з виконання навчальних польотів і бойових завдань (як з певних курсів підготовки, так і нетипових, що формулює керівник занять) у єдиному віртуальному просторі на єдиному тактичному фоні, що відповідає району модельованих бойових дій, із можливістю запису інформації про динаміку повітряної, наземної обстановки і дій під час тренування, а також аналізу дій кожного учня після тренувань шляхом відтворення записаної інформації;

- самостійної теоретичної підготовки осіб ГКП, ОБУ і пілотів ЛА з наступним автоматизованим контролем рівня освоєння навчального матеріалу.

Структура комплексного тренажера. Тренажер складається з семи укрупнених систем (рис. 1): імітатори уніфікованих РМ осіб ГКП і ОБУ (керівників занять) – I (10 одиниць; для КП, ЗКП, КБЗ, КДЗ і 6 – для ОБУ), імітатор РМ помічника керівника польотів – II, комп'ютерні пілотажні тренажери – III (4 одиниці), АРМ керівника занять – IV, системи візуалізації – V, мережного обладнання – VI, електроживлення тренажера – VII.

Імітатори уніфікованих РМ осіб ГКП і ОБУ I побудовано на основі однакових програмно-апаратних модулів обробки та відображення радіолокаційної, радіонавігаційної, метеорологічної, телевізійної, вторинної та розрахункової інформації з можливістю оперативного призначення з АРМ керівника занять перед проведенням тренування доступних режимів відображення інформації та режимів роботи апаратури голосового зв'язку (залежно від посадових обов'язків особи ГКП або ОБУ, що перебуває на уніфікованому РМ тренажера). Кожен імітатор містить: імітатор пульта управління уніфікованим РМ 1; обчислювальний модуль 2; дисплей відображення інформації номер 1 3; модуль комутації відображення інформації на дисплеї номер 1 4; дисплей відображення інформації номер 2 5; модуль комутації відображення інформації на дисплеї номер 2 6; два комп'ютерні маніпулятори 7; вбудовану комп'ютерну клавіатуру 8; мікротелефонну гарнітуру з одним навушником 9; вбудовані динаміки 10; модуль комутації засобів зв'язку та гучномовного зв'язку (ГМЗ) 11; імітатор пульта управління засобами зв'язку 12; мікрофон службового зв'язку і ГМЗ 13; імітатор модуля управління аеродромним світлотехнічним обладнанням і аварійним гальмівним пристроєм (АТУ) 14; вбудовану настільну лампу на гнучкій підставці 15; комп'ютер планшетного типу 16.

Імітатор РМ помічника керівника польотів (ПКП) II містить: обчислювальний модуль 17; комп'ютерний маніпулятор 18; дисплей відображення візуальної обстановки в районі аеродрому 19; модуль управління режимами огляду візуальної обстановки в районі аеродрому 20; мікротелефонну гарнітуру з одним навушником 21; модуль комутації засобів зв'язку і ГМЗ 22; імітатор пульта управління засобами зв'язку 23; мікрофон службового зв'язку і ГМЗ 24; імітатори модулів управління аеродромним світлотехнічним обладнанням та АТУ 25; комп'ютер планшетного типу 26.

Кожен комп'ютерний пілотажний тренажер ЛА III містить: обчислювальний модуль 27; модуль динаміки руху ЛА 28; імітатори основних ручок і педалей управління ЛА 29; дисплей 30 для відображення приладових панелей з основними пілотажно-навігаційними приладами ЛА та індикаторами бортових радіолокаційних приладів; сенсорний монітор 31 з імітаторами органів управління бортовими авіаційними засобами ураження (АСП); дисплей відображення позакабінної обстановки 32; імітатор пульта управління бортовими засобами зв'язку ЛА 33; мікрофонну гарнітуру 34.

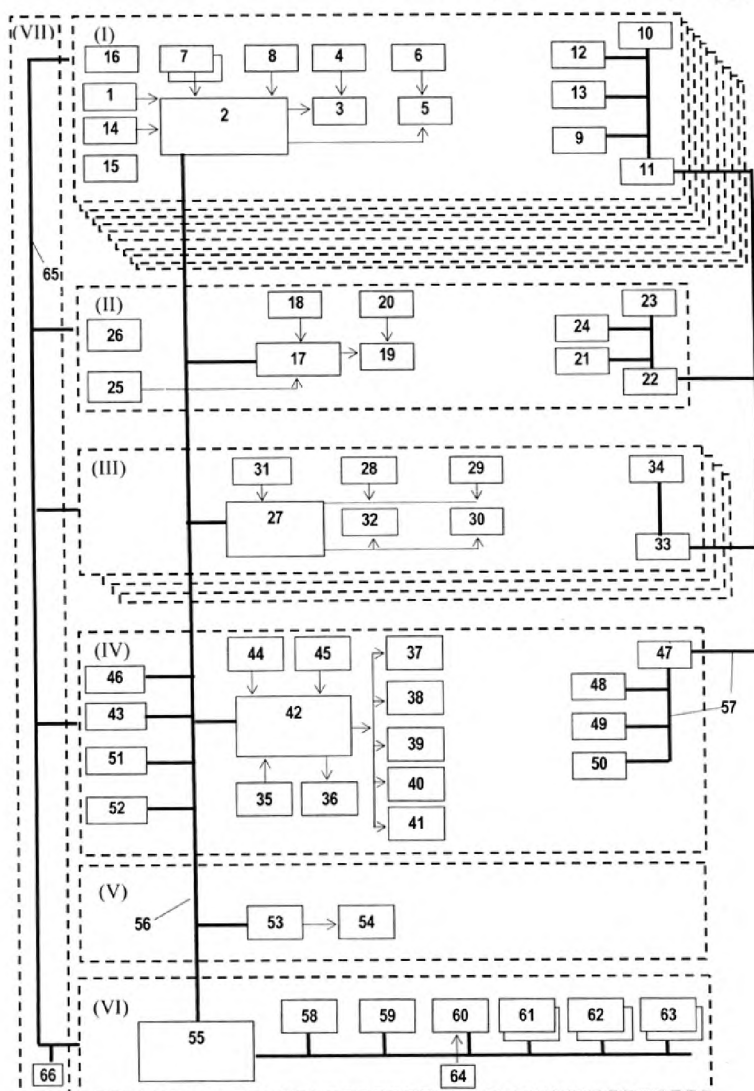


Рис. 1 – Структура комплексного тренажера (пояснення – у тексті)

АРМ керівника занять IV містить: модуль управління тренажером 35; дисплей 36 для відображення головного меню керівника занять, що містить підменю управління режимами роботи тренажера, редактор вправ, таблицю введення даних про учнів, інтерфейс вибору погодних умов, місць розташування та комплектації аеродромних засобів радіотехнічного забезпечення (РТЗ) і навігаційного забезпечення (ПЗ) та їх технічного стану, інтерфейс для поточного контролю дій учнів і перегляду протоколів (у формі електронних текстових документів про виконання вправи); дисплей 37 для відображення режимів роботи засобів зв'язку; дисплей 38 для відображення поточного положення ЛА на двовірній топографічній карті; дисплей 39 для відображення повітряної та наземної обстановки з будь-якої точки тривимірного віртуального простору в зоні відповідальності; дисплей 40 для відображення результатів технічної діагностики тренажера і поточного технічного стану тренажера; дисплей 41 для підбиття підсумків тренування і повторення його виконання в записі з можливістю масштабування часу; обчис-

лювальний модуль 42 з основним ПЗ і програмними модулями (ПЛІС); модуль керування режимами роботи тренажера 43; комп'ютерний маніпулятор 44; клавіатуру 45; принтер 46; апаратуру управління службовою зв'язком 47; мікрофон ГМЗ керівника занять 48; імітатор мовного реєстратора 49; мікрофонна гарнітура 50; модуль 51 сполучення з комплексними тренажерами екіпажів літаків і гвинтокрилів; модуль 52 сполучення з тренажером наземної АСУ, використовуваної в сухопутних військах країни.

Систему візуалізації V призначено для відображення тривимірного віртуального простору (аеродром, вертодром, навколишня місцевість і повітряний простір) у полі видимості осіб ГАП. Вона містить проекційний екран 53 і модуль проекторів 54.

До системи мережного обладнання VI належать: системний блок - сервер тренажера 55; ЛОМ тренажера 56; мережа 57 трактів передачі акустичних сигналів імітованого голосового зв'язку, службового

зв'язку тренажера і ГМЗ; екран колективного користування 58; принтер 59; стійка 60 з пристроями реєстрації та зберігання інформації; комп'ютерні стійки тренажера 61; комутаційні стійки тренажера 62; модуль відеореєстратора загальної обстановки на тренажері 63; мікрофони-шпигуни звукової інформації в приміщеннях тренажера 64.

Система електроживлення тренажера VII складається з мережі 65 електроживлення всіх модулів і складових частин тренажера та джерел 66 безперебійного електроживлення системних блоків комп'ютерів тренажера, здатні забезпечити безперебійне живлення системних блоків тренажера протягом 8 хв. після зникнення напруги в мережі 65.

Особливості використання комплексного тренажера. Комплексний тренажер використовують таким чином. Вихідні дані для тренування, введені з АРМ керівника занять IV з клавіатури 45 в головному меню тренажера на дисплеї 36, підключеному до модуля керування режимами роботи тренажера 43, передають, використовуючи ЛОМ тренажера 56, у системний блок – сервер тренажера 55.

Розраховують маршрути і профілі польоту, швидкості і прискорення всіх віртуальних ЛА, що беруть участь у конкретному тренуванні, обчислюють поточні значення кутів крену, тангажу і ристання, встановлюють радіоелектронні перешкоди, засвіти від рельєфу місцевості і місцевих об'єктів й тих ЛА, що перебувають у зонах видимості підключених до робочих місць осіб ГМП джерел радіолокаційної інформації, а також розраховують результати взаємодій ЛА з іншими ЛА і з землею. Результати розрахунків передають на обчислювальні модулі 17, 27, 42, за допомогою яких виробляють зображення поточної наземної та повітряної обстановки в тривимірному віртуальному просторі для відображення на дисплеях імітатора робочого місця ГМП 19, комп'ютерних пілотажних тренажерів 32, АРМ керівника занять 39, а також на проекційному екрані 53 системи візуалізації.

Параметри польоту всіх віртуальних ЛА, що беруть участь у тренуванні передаються на обчислювальні модулі 2. За допомогою останніх формують імітовані потоки радіолокаційної та радіонавігаційної інформації, а також здійснюють вторинну обробку цієї інформації, генерують дані формулярів ЛА, розраховують прогнозовані параметри їх руху та в разі необхідності автоматично формують візуальні сигнали попередження про небезпечні ситуації для наступного відображення всієї цієї інформації і сигналів на дисплеях номер 1 і номер 2, а також трансляції голосових повідомлень у динаміках 10 і навушниках мікрофонних гарнітур 9 на імітаторах уніфікованих робочих осіб ГМП і ОБУ І.

Відповідно до плану польотів, визначеного сценарієм тренування, пілоти ЛА, що діють на комп'ютерних пілотажних тренажерах III, здійснюють імітацію запуску двигунів, рулювання, зліт, висіння для гвинтокрилів, набір висоти і вихід на заданий маршрут польоту, виконання бойового завдання, політ за зворотним маршрутом, заходження на посадку, посадку, рулювання, зупинку двигунів.

Модуль 28 динаміки руху ЛА залежно від поточного режиму роботи силової установки ЛА, положень імітаторів основних ручок і педалей управління ЛА 29, стану злітно-посадкових смуг ЗПС, доріжок РД, а також стану атмосфери розраховує поточні координати і параметри руху ЛА. Відповідним чином змінюються покази пілотажно-навігаційних приладів на дисплеї 30 відображення приладових панелей, а в обчислювальному модулі 27 генеруються поточні зображення позакабінної обстановки.

Одночасно обчислювальний модуль 27 генерує радіолокаційну інформацію, яка відображається на імітаторах індикаторів бортових радіолокаційних приладів ЛА. При виконанні бойових і навчально-бойових завдань пілоти мають можливість використовувати сенсорний монітор 31 з імітаторами органів управління бортовими АСП. Обчислювальний модуль 27 здійснює розрахунок параметрів траєкторії польоту АСП і генерує поточне зображення АСП в польоті, яке відображається на дисплеї візуалізації позакабінної обстановки 32 та імітаторах індикаторів бортових радіолокаційних приладів 30, розраховує координати підриву бойових частин АСП і визначає результати їхнього застосування.

Керівник польотів зі свого імітатора має можливість спостерігати на проекційному екрані 53 за поточною обстановкою, а також (як і керівники зони посадки, ближньої і дальньої зон ГМП, а також ОБУ зі своїх імітаторів) вибирати за допомогою модулів комутації відображення інформації 4 і 6 і спостерігати на дисплеях 3 і 5 первинну радіолокаційну і радіонавігаційну інформацію з будь-якого джерела, а також спостерігати результати вторинної обробки цієї інформації.

У разі виявлення неправильних дій з боку будь-якої особи ГМП або офіцера бойового управління керівник польотів має можливість за допомогою мікрофона ГМЗ або мікрофона службового зв'язку 13, віддати команди, спрямовані на усунення виявлених помилок. У разі необхідності керівник польотів має можливість взяти на себе виконання обов'язків з керування повітряною обстановкою, використовуючи для зв'язку з пілотами керованих ЛА імітатор пульта управління засобами зв'язку 12, мікрофонну гарнітуру 9 та/чи мікрофони 13.

Помічник керівника польотів зі свого імітатора РМ II має можливість спостерігати на проекційному екрані 53 поточну обстановку і за допомогою модуля керування режимами огляду візуальної обстановки в районі аеродрому 20 вибирати на тривимірній моделі аеродрому будь-яку точку свого стояння і режим огляду неозброєним оком або за допомогою оптичного приладу з обраною кратністю збільшення об'єктива. При цьому обчислювальний модуль 17 здійснює в реальному часі перерахунок поточного зображення, що відображається на дисплеї 19. Комунікативну діяльність помічник керівника польотів здійснює за допомогою мікротелефонної гарнітури 21, мікрофона службового зв'язку і ГМЗ 24. За допомогою імітатора модуля управління 25 помічник керівника польотів здійснює управління роботою світлотехнічного обладнання аеродрому і роботою аварійної гальмівної установки.

Перед початком кожного тренування відповідальний фахівець на підставі отриманої від керівника зазначити конфігурації тренажера, вмикає живлення і перемикачі модуля управління тренажером 35, що відповідають використуваному складовим, і перевіряє відповідність типів ЛА вимогам конфігурації тренажера. У разі їх невідповідності ця особа здійснює завантаження в обчислювальні модулі 27 комп'ютерних пілотажних тренажерів ПЗ, що забезпечують імітацію необхідних ЛА, після чого за допомогою маніпулятора 44 послідовно запускає перевірочні тести для визначення технічної справності кожного з елементів тренажера. Результати технічної діагностики фіксуються і роздруковуються на принтері 46.

На етапі підготовки заняття його керівник на своєму АРМ:

- вибирає тип вправи, час, пору року, погодні умови, тип місцевості. У підменю вибору номера вправи маніпулятором 44 на екрані дисплея 36 керівник вибирає номер вправи, у підменю умов виконання вправ вводить погодні умови за допомогою переміщення повзунків за шкалами температури, напрямку і швидкості вітру, тиску повітря, інтенсивності туману;

- вводить дані про учнів. У підменю введення даних за допомогою клавіатури 45 керівник вносить у відповідні поля прізвище, ім'я та по батькові кожного учня, його роль у тренуванні. Ці дані використовують в подальшому для виставлення оцінки та формування звіту;

- редагує вправу. У підменю редагування вправ можна змінювати кількість, тип, текстури і розташування об'єктів на аеродромі, полігонах і навколишньої місцевості, час початку їх руху, швидкість руху, висоту польоту, маршрути і профілі польоту ЛА, маршрути руху наземної техніки і піших підрозділів.

Використовуючи двомірну схему місцевості, а також план польотів, керівник знайомить учнів з умовами виконання вправи, видає схему організації зв'язку тощо, вказує кожному з учасників на його робоче місце. Учасники тренування займають РМ і комп'ютерні пілотажні тренажери, після чого за допомогою імітаторів пультів управління бортовими засобами зв'язку 33 виставляють основні і запасні частоти на своїх радіостанціях відповідно до отриманої схеми організації зв'язку і за допомогою мікротелефонних гарнітур 34 повідомляють керівнику заняття про свою готовність до тренування, перевіряють працездатність імітаторів засобів зв'язку, встановлюючи зв'язок між собою. Учасники тренування мають можливість користуватися комп'ютерами планшетного типу 16, 26 для швидкого пошуку і відображення необхідної керівної і довідкової інформації, а також оформлення в електронному вигляді документів, підготовку яких покладено на осіб ГКП і ОБУ.

Після отримання доповідей про готовність керівник заняття за допомогою модуля керування режимами роботи тренажера 43 починає виконання вправи. За допомогою цього ж модуля він має можливість призупинити тренування і повернутися до його початку, або будь-якого іншого моменту часу.

Під час виконання вправи керівник може постійно контролювати на екрані дисплея 40 працездатність тренажера. Керівник неперервно контролює дії кожного учня за зображенням поточного положення ЛА на двомірній карті 38 і в тривимірному віртуальному просторі – на дисплеї 39. Під час виконання вправ керівник має можливість за допомогою маніпулятора 44 давати ввідні про відмови елементів КЗКП, засобів зв'язку, бортових систем імітованих ЛА. Керівник за допомогою голосового зв'язку звертає увагу учнів на допущені ними помилки, що автоматично фіксуються обчислювальним модулем 42; відповідний звіт роздруковується на принтері 44.

Після завершення вправи, за необхідності, відбувається повторний показ запису дій учнів на екрані 58 із синхронним відтворенням записів переговорів, аналізуються допущені помилки, оголошуються оцінки, які фіксуються в електронній формі у вигляді послідовних кодів у протоколі і роздруковуються на принтері 44.

Апробацію тренажера успішно проведено в НВО «Енергія 2000» (Україна) у 2011-2012 рр. та ТОО «Алматиенергосервіс» (Республіка Казахстан) у 2012 р.

Висновки. Розроблено принципи побудови структури універсального тренажера, призначеного для комплексного навчання та підготовки осіб ГПП і ОБУ до дій з управління повітряним рухом з КДП, оснащених сучасними комплексами засобів керування польотами.

Апробація комплексного тренажера свідчить, що його використання, завдяки вдалій компоновці системи і побудові її елементів, підвищує ефективність тренувань із керівництва повітряною обстановкою в зонах відповідальності командних пунктів, спеціальних тренувань із відпрацювання навичок дій в особливих випадках у польоті, спільних навчань осіб ГПП, ОБУ і пілотів різних ЛА взаємодії і тактичним прийомом, застосовуваним при виконанні навчальних польотів і бойових завдань за умов радіоелектронної, вогневої і маневреної протидії супротивника.

Розроблені принципи, окрім державної авіації, можна використати під час побудови комплексних тренажерних пристроїв в інших галузях.

Список використаної літератури

1. *Меерович Г. Ш.* Авиационные тренажеры и безопасность полетов / Г. Ш. Меерович, А. И. Годунов, О. К. Ермолов. – М. : Воздушный транспорт, 1991. – 342 с.
2. *Комплекс средств руководства полетами «ВИСП-97»* [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.ntpo-vektor.ru/ru/organizatsiya-obektivnogo-kontrolya-i-trenazha>.
3. *Комплекс средств руководства полетами «КЗКП-А»* [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://www.gosniiga.ru/files/2_Presentation%20Zubov.ppt.
4. *Автоматизированный командно-диспетчерский пункт (АКДП)* [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.aerotechnica.ua/index.php?id=products&prod=4&prodid=30>.
5. *Цифровой учебный тренажер (ЦУТ) «МАРКА»* [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.vniira.ru/catalog/simulators/m2.php>.
6. *Тренажерно-моделирующий комплекс для подготовки лиц ГПП и боевых расчетов командных пунктов авиационных полков «Репитер-2М»* [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.vniira-ovd.com/index.php/en/produksiya/trainers/repiter-2m?layout=blog&limitstart=0>.

Надійшла до редакції 28.12.2012.

Kolosov O. Ye., Matvievskiy O. M., Lushnichenko V. M.

PRINCIPLES OF CONSTRUCTION OF THE STRUCTURE OF AUTOMATED TRAINING AND MODELING FACILITIES

The principles of construction of the structure of automated training and modeling facilities on the example of integrated simulator designed for teaching and training of persons of operational control, battle management officers and pilots of aircraft managing traffic situation in the area of responsibility of command dispatch centers, state aircraft, equipped with modern complexes of operational control facilities are examined. In addition, this integrated simulator is capable of bringing to the joint training of pilots operating in a single virtual space for flight simulators (training devices) controlled aircraft.

Keywords: structure, automatization, system, modeling, trainer, pilot, aircraft.

References

1. *Meerovich G. Sh.* Aviacionnye trenazhery i bezopasnost' poletov [Flight simulators and flight safety] / G. Sh. Meerovich, A. I. Godunov, O. K. Ermolov. – М. : Vozdushnyj transport, 1991. – 342 s.
2. *Kompleks sredstv rukovodstva poletami «VISIP-97»* [Complex of operational control VISIP-97]. – <http://www.ntpo-vektor.ru/ru/organizatsiya-obektivnogo-kontrolya-i-trenazha>.
3. *Kompleks sredstv rukovodstva poletami «KZKP-A»* [Complex of operational control KZKP-A]. – http://www.gosniiga.ru/files/2_Presentation%20Zubov.ppt.
4. *Avtomatizirovannyj komandno-dispatcherskij punkt (AKDP)* [Automated control tower]. – <http://www.aerotechnica.ua/index.php?id=products&prod=4&prodid=30>.
5. *Cifrovoj uchebnyj trenazher (CUT) «MARKA»* [Digital training simulator MARKA]. – <http://www.vniira.ru/catalog/simulators/m2.php>.
6. *Trenazherno-modelirujushhij kompleks dlja podgotovki lic GKP i boevyh raschetov komandnyh punktov aviacionnyh polkov «Repiter-2M»* [Simulation system for training crews of aviation command posts REPITER-2M]. – <http://www.vniira-ovd.com/index.php/en/produksiya/trainers/repiter-2m?layout=blog&limitstart=0>.