

пользовать величины, характеризующие меру близости полученного сигнала к известному образцу команды, рассчитываемые на лингвистическом этапе распознавания.

**Список литературы:** 1. Чучупал, В. Я. Цифровая фильтрация зашумленных речевых сигналов [Текст]: Сообщение по программному обеспечению ЭВМ / В. Я. Чучупал, А. С. Чичагов, К. А. Маковкин ; под ред. Ю. И. Журавлева ; Вычислительный центр РАН – М. : Вычислительный центр РАН, 1998. – 52 с. 2. McWhirer, J. S. A Digital Adaptive Noise-Canceller Based on a Stabilizer Version of the Widrow L.M.S. Algorithms [Text] / J. S. McWhirer, K. J. Palmer, J. B. Roberts // A, Proc. 1982, IEEE Int. Conf. ASSP, pp.1384-1387. 3. Ширман, Я. Д. Радиоэлектронные системы: основы построения и теория: [Текст] Справочник / Я. Д. Ширман – М. : Радиотехника, 1998. – 828 с. 4. Ревунова, Е. Г. Разделение сигнальных смесей на основе принципа минимальной длины описания [Текст] / Е. Г. Ревунова // Компьютерні засоби, мережі та системи. – 2005.– № 4 С. 86–93. 5. Ricketts, T. 1999. Comparison of performance across three directional hearing aids [Text] / T. Ricketts, S. Dhar // J Am Acad Audiol 10(4):180-9 – 1983. 6. Gnewikow et al. Real-world benefit from directional microphone hearing aids. // J Rehabil Res Dev 46(5):603-18 – 2005. 7. Nyffeler, M. Auto ZoomControl – Automatic change of focus to speech signals of interest [Electronic resource] / M. Nyffeler // Field Study News. – September 2010. – Available at: [http://www.phonakpro.com/content/dam/phonak/b2b/C\\_M\\_tools/Library/Field\\_Study\\_News/en/](http://www.phonakpro.com/content/dam/phonak/b2b/C_M_tools/Library/Field_Study_News/en/). 8. Nyffeler, M. Field Study on User Control of Directional Focus: Benefits of Hearing the Facets of a Full Life [Text] / M. Nyffeler, S. Dechant // Hearing Review. – 2008 – 16(1) – pp. 24-28. 9. Гладышев, К. К. Информативные признаки на основе линейных

спектральных корней в системах распознавания речевых команд : [Текст] : автореф. дис. ... к-та тех. наук : 05.13.01 / К. К. Гладышев [Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. Проф. Бонч-Бруевича]. – С.-Пб., 2010. – 16 с. 10. Ахмад, Х. М. Математические модели принятия решений в задачах распознавания говорящего [Текст] / Х. М. Ахмад // Вестник ТГТУ – 2008, – Т. 14, №1. – С. 19–31.

**Bibliography (transliterated):** 1. Chuchupal, V. Ya., Chichagov, A. S., Makovkin, K. A.; In: Zhuravlev, Yu. I. (1998). Tsifrovaia fil'tratsiia zashumlennykh rechevykh signalov. Moscow: Vychislitel'nyi tsentr RAN, 52. 2. McWhirer, J.S., Palmer, K.J., Roberts J.B. (1982). A Digital Adaptive Noise-Canceller Based on a Stabilizer Version of the Widrow L.M.S. Algorithms, Proc. IEEE Int. Conf. ASSP, 1384-1387. 3. Shirman, Ya. D. (1998). Radioelektronnye sistemy: osnovy postroeniya i teoriya: Spravochnik. M.: Radiotekhnika, 828. 4. Revunova, E. G. (2005). Razdelenie signal'nykh smesey na osnove principa minimal'noj dliny opisanija. Komp'juterni zasobi, merezhi ta sistemi, 4, 86–93. 5. Ricketts, T., Dhar, S. (1999). Comparison of performance across three directional hearing aids. J Am Acad Audiol 10(4):180-9. 6. Gnewikow et al. (2005). Real-world benefit from directional microphone hearing aids. J Rehabil Res Dev 46(5):603-18. 7. Nyffeler, M. (2010). auto ZoomControl – Automatic change of focus to speech signals of interest. Field Study News, September: [www.phonakpro.com](http://www.phonakpro.com). 8. Nyffeler, M., Dechant, S. (2008). Field Study on User Control of Directional Focus: Benefits of Hearing the Facets of a Full Life. Hearing Review. 16(1):24-28. 9. Gladyshev, K. K. (2010). Informativnye priznaki na osnove lineinykh spektral'nykh kornei v sistemah raspoznavaniia rechevykh komand. S.-Pb., 16. 10. Akhmad, Kh. M. (2008). Decision-Making Mathematical Models for Tasks of Speaker's Recognition. Vestnik TGTU, Vol. 14. № 1, 19–32.

Поступила (received) 20.10.2015.

#### Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

**Штепа Александр Анатольевич** – кандидат технических наук, ГВУЗ Донецкий национальный технический университет, доцент кафедры электронной техники; пл. Шибанкова, 2, г. Красноармейск, Украина, 85300;

**Штепа Олександр Анатолійович** – кандидат технічних наук, ДВНЗ Донецький національний технічний університет, доцент кафедри електронної техніки; пл. Шибанкова, 2, м. Красноармійськ, Україна, 85300;

**Shtepa Aleksandr** – Candidate of technical science, State Higher Education Establishment “Donetsk National Technical University”, Department of Electronic Engineering; Shybankova Square, 2, Krasnoarmiysk, Donetsk region, 85300, Ukraine; tel.: +38-063-400-65-65; e-mail: A.Shtepa@mail.ru.

**Колларов Александр Юрьевич** – кандидат технических наук, ГВУЗ Донецкий национальный технический университет, и. о. заведующего кафедрой электрической инженерии; пл. Шибанкова, 2, г. Красноармейск, Украина, 85300; тел.: 050-646-54-38; e-mail: kollarov@ukr.net.

**Колларов Олександр Юрійович** – кандидат технічних наук, ДВНЗ Донецький національний технічний університет, в. о. завідувача кафедри електричної інженерії; пл. Шибанкова, 2, м. Красноармійськ, Україна, 85300; тел.: 050-646-54-38; e-mail: kollarov@ukr.net.

**Kollarov Oleksandr** – Candidate of technical science, State Higher Education Establishment “Donetsk National Technical University”, Department of Electrical Engineering; Shybankova Square, 2, Krasnoarmiysk, Donetsk region, 85300, Ukraine; tel.: +38-050-646-54-38; e-mail: [kollarov@ukr.net](mailto:kollarov@ukr.net)

УДК 004.5:004.78 (045)

**Є. Б. АРТАМОНОВ, Г. М. КРЕМЕНЕЦЬКИЙ, А. О. ДЛУЖЕВСЬКИЙ, О. В. ПАНФЬОРОВ**

#### ПІДХОДИ ДО РЕАЛІЗАЦІЇ АПАРАТНО-ПРОГРАМНОГО НАВЧАЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ ШРИФТУ БРАЙЛЯ

Розглядається реалізація апаратно-програмного навчального комплексу, який представляє собою тактильний дисплей для виведення шостикрапкового символу в системі Брайля на основі сигналів з комп'ютера та спеціальне програмне забезпечення. Робота з тактильним дисплеєм відбувається завдяки подачі постійного струму через електромеханічні елементи. Окрему увагу приділено компоновці елементів на схемі та можливості використання комплексу у мережі. Результати дослідження можна використовувати для випуску навчальних електронних пристроїв для людей з вадами зору.

**Ключові слова:** апаратно-програмний комплекс, шрифт Брайля, навчання інвалідів зору, програмне забезпечення.

**Вступ.** За статистикою, в Україні живе близько 70 тисяч сліпих людей. За відсутності зору сліпим людям доводиться покладатися на інші джерела інформації, такі як звук та тактильні відчуття. Так для чи-

тання одним з найрозповсюдженіших тактильних шрифтів є шрифт Брайля.

В Україні не більше 10 % інвалідів зору володіють шрифтом Брайля, і ця проблема нагадує замкнене

© Є. Б. Артамонов, Г. М. Кременецький, А. О. Длужевський, О. В. Панфьоров. 2015

коло, коли нема потреби друкувати різноманіття книг шрифтом Брайля, тому що даним шрифтом володіє мала кількість читачів, але за рахунок відсутності різноманіття книг шрифтом Брайля не може з'явитись більша кількість читачів.

Проблема незнання шрифту Брайля та складність у його опануванні загострює інші проблеми: особливості адаптації, особистісного розвитку незрячих та слабозорих людей [1, 2, 5]. При цьому більшість тифлопедагогів відзначають необхідність застосування комп'ютерних технологій в процесі професійної підготовки незрячих людей під час навчального процесу [3, 6, 7].

На сьогодні спостерігається перехід від читання шрифтом Брайля до аудіо інформації. Але рельєфно-тактильний шрифт має ряд переваг перед звуковою передачею інформації, тому однією з додаткових задач, яку можна реалізувати за допомогою створення простого у використанні і недорогого апаратно-програмного навчального комплексу, – це популяризація читання шрифтом Брайля. До того ж на сьогодні відзначається брак безкоштовних синтезаторів української мови, їх обмежений функціонал та якість роботи [4], що змушує не використовувати тексти українською мовою.

**Ціль та задачі дослідження.** Метою дослідження є практичний аналіз можливих підходів до реалізації апаратно-програмного комплексу для навчання шрифту Брайля.

Задачею дослідження є обґрунтування можливих апаратних та програмних рішень навчального комплексу для навчання шрифту Брайля.

Для досягнення поставленої мети були поставлені наступні завдання:

1. Дослідити існуючі апаратні і програмні рішення для навчання сліпих і слабозорих шрифту Брайля.
2. Удосконалити існуючі рішення і побудувати власну концепцію апаратно-програмного комплексу навчання шрифту Брайля.

**Аналіз світових тенденцій розвитку апаратно-програмних систем для роботи з шрифтом Брайля.** З появою аудіосупроводу в сучасних пристроях, шрифт Брайля частково втратив популярність. Причин відмови від шрифту Брайля на користь аудіокнигам є декілька: складність навчання, вартість допоміжних засобів та відсутність відкритого програмного забезпечення. В світі розповсюдження набули дисплеї Брайля, які дозволяють як виводити символи, так і вводити, але їх використання обмежується їх вартістю (від 1000 до 5000 Євро), при цьому відсутній окремий клас пристроїв для навчання.

Оскільки дисплеї Брайля – комерційні продукти, то компанії-розробники забезпечують повну підтримку та безкоштовний програмний продукт для роботи з їх пристроєм, але, з огляду на те, що ПЗ розробляється для певної серії пристроїв, воно майже завжди має закритий програмний код. Тому при розробці нових дисплеїв Брайля програмне забезпечення пишеться практично «з нуля». Крім цього відсутні навчальні програми для дисплеїв, де можна було б покроково навчатися читати Брайлем, а існуючі курси орієнтовані на використання неелектронних наборних літер (дерев'яних або пластикових). Після навчання на спеціально збільшених літерах починається навчання на літерах натуральної величини. І тільки після засвоєння шрифту на достатньому

рівні переходять до дисплеїв Брайля. **Описання підходів до розробки апаратної частини навчального комплексу.** Загальний принцип роботи навчального комплексу представлено на схемі рис. 1.

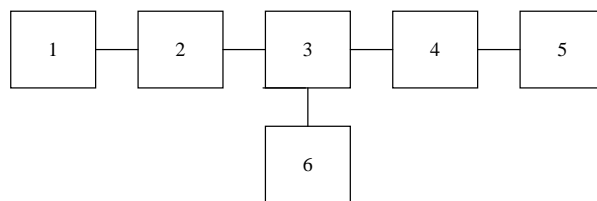


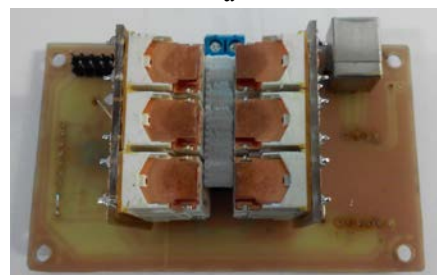
Рис. 1 – Схематичне представлення апаратно-програмного навчального комплексу

Дані надходять до пристрою по протоколу USB (блок 1). У випадку, якщо блок керування (блок 3) не має вбудованої реалізації інтерфейсу USB, а лише реалізацію інтерфейсу UART, в такому випадку для перетворення сигналів необхідно використати відповідний перетворювач (блок 2). Дані, що надходять до контролера обробляються комп'ютерним алгоритмом. Після обробки даних контролер подає сигнали на драйвер дисплею (блок 4). Драйвер дисплею визначає стан дисплею в відповідності до отриманих сигналів. Тактильний дисплей (блок 5) представляє собою електромеханічний пристрій для виведення інформації. Керування можливе за допомогою електромеханічних елементів інтерфейсу користувача (блок 6).

На основі представлених підходів розроблено декілька тестових аналогів з окремим і вбудованим блоком керування (рис. 2). Апаратна частина може бути представлена наступною проектною схемою (рис. 3).



а



б

Рис. 2 – Приклади реалізації одного сегменту дисплея Брайля: а – з окремим блоком керування, б – з вбудованим блоком керування

**Описання розробленого програмного забезпечення.** При розробці програмного забезпечення спиралась на минулий досвід розробки систем по роботі з текстами, в яких більшість функцій була виведена на автоматичний режим [8, 9].

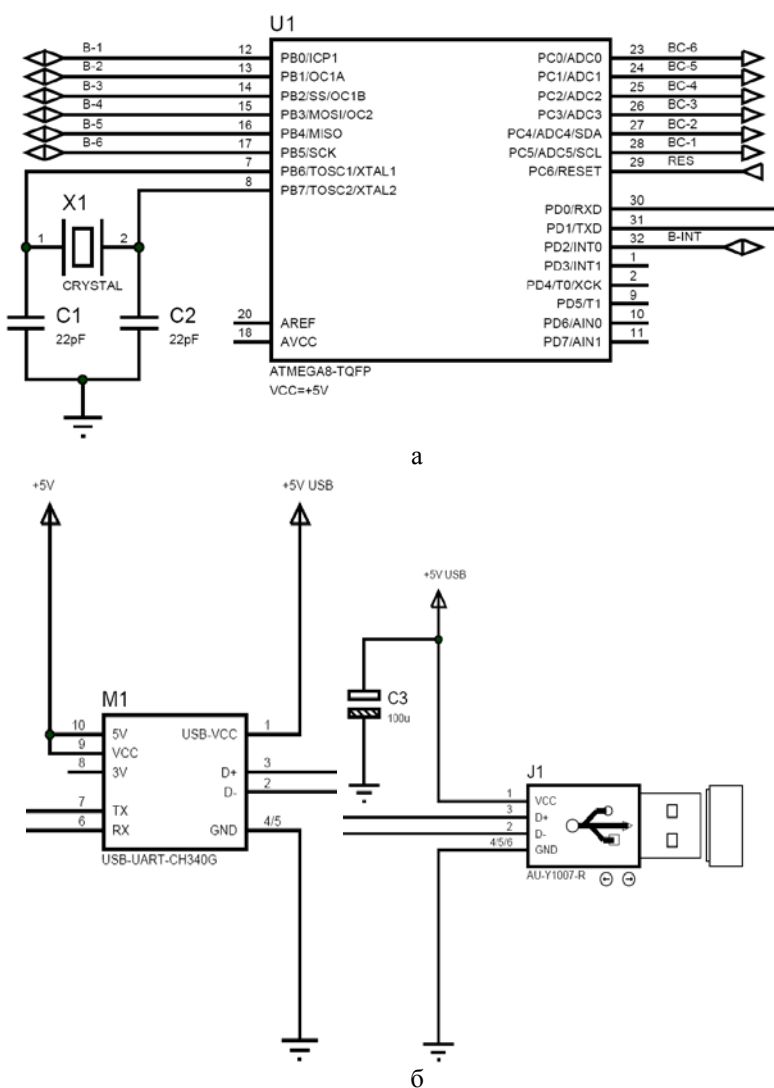


Рис. 3 – Проектна схема реалізації апаратної частини навчального комплексу: а – блок керування, б –перетворювач сигналів USB-UART та роз'єм інтерфейсу USB

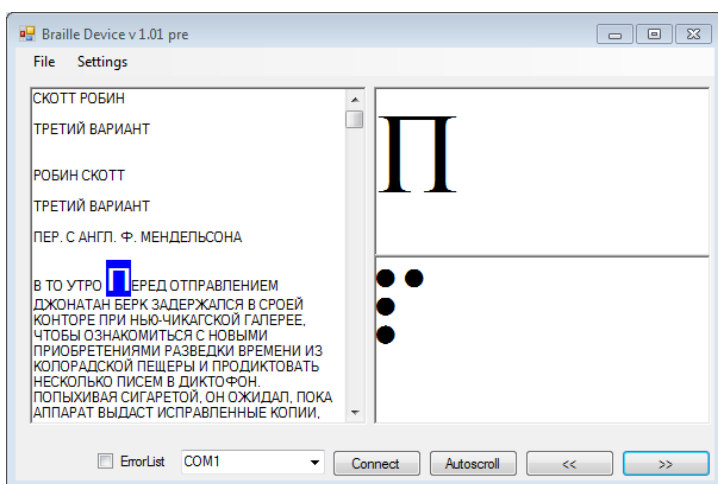


Рис. 4 – Інтерфейс програмного забезпечення апаратно-програмного навчального комплексу

Розроблене програмне забезпечення виконує наступні функції:

1) відкриває текстові файли, додає службові символи. У шрифті Брайля відсутній поділ на великі і ма-

лі літери, а перед кожним числом додається спеціальний символ;

2) дозволяє використовувати практично будь-які шрифти. Записавши у файл символи алфавіту та службові символи спеціальним чином, можливо використовувати обраний алфавіт;

3) здійснює формування пакету символів для передачі на дисплей Брайля. Окрім кодів символів, перетворених згідно до алфавіту, передається кількість символів в пакеті, що може варіюватись, в залежності від довжини рядку у дисплеї;

4) виводить на екран комп'ютера поточні літери, як у звичній буквеній формі, так і у вигляді точок шрифту Брайля;

5) реалізує автоматичне перегортання, що дозволяє автоматично переходити на наступний символ, із заданим інтервалом;

6) отримує зворотний зв'язку від пристрою для реалізації керування.

Інтерфейс програми наведено на рис. 4.

Більш детально описання програмного забезпечення представлено при отриманні авторського свідоцтва на програмний продукт [10].

**Висновки.** На основі проведеного аналізу існуючих підходів до створення електронних навчальних комплексів для незрячих була виявлена відсутність напрацювань для навчання дітей інвалідів зору. У світі для навчання використовуються стандартні дисплеї Брайля з 40 або 80 літерами у рядку. Всі інші проекти залишились на стадії описання ідеї або концептуальної схеми – до них відносяться і розрекламовані сенсорні смартфони та планшети з шрифтом Брайля. А навчальні електронні пристрої не розглядаються навіть як концепція.

Після отримання першої версії приладу і його тестуванні інвалідами зору були виявлені основні недоліки розробленої моделі, які більше стосувались ергономіки, ніж апаратної реалізації. До основних недоліків було віднесено: вузький простір для розташування рук на дисплеї, наявність окремого короба для розташування блоку керування, відсутність додаткових керуючих клавiш, тощо. Саме тому нова модель вже вийшла з чогирма керуючими клавiшами, що бі-

лі розташовані під ліву і праву руки.

Практична значимість проведених досліджень полягає в детальному описі реалізації апаратно-програмного комплексу, що спрощує перехід до промислового виробництва навчальних систем для інва-



лідів зору. Результати дослідження можна використувати для випуску навчальних електронних пристроїв не тільки для інвалідів зору, але і для тифлопедагогів, як засіб для спрощення і прискорення освоєння шрифту Брайля не тільки інвалідами зору, а також студентами – майбутніми тифлопедагогами.

**Список літератури:** 1. Кобзарь, А. В. Барьеры в обучении школьников с альтернативным развитием в США [Текст] / А. В. Кобзарь, И. С. Бессарабова // Электронный журнал "Современные исследования социальных проблем". – 2015. – №7(51). – С. 514–528. 2. Красномовец, В. А. Людський розвиток осіб з інвалідністю в Україні: оцінка стану забезпечення [Текст] / В. А. Красномовец // Наукові праці КНТУ. Економічні науки. – 2010. – № 17. – С. 367–373. 3. Лоцицький, О. А. Інформаційні технології бібліотек для людей з вадами зору [Текст] / О. А. Лоцицький, О. В. Пасічник // Сучасні проблеми діяльності бібліотеки в умовах інформаційного суспільства: наук.-практ. конф. 12 лист. 2009 р., Львів. – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка». – С. 168–173. 4. Артамонов, Є. Б. Порівняльний аналіз програм-синтезаторів української мови [Текст] / Є. Б. Артамонов, М. О. Кучер // Інтелектуальні технології лінгвістичного аналізу: міжн. наук.-техн. конф. 19-20 жовт. 2015 р. – К.: НАУ, 2015. – С. 9. 5. Синьова, Є. П. Рельєфно-кряпкове письмо сліпих. Шрифт Луї Брайля [Текст] : навч. посіб. / Є. П. Синьова. – Нац. пед. ун-т ім. М. П. Драгоманова. – К., 2003. – 108 с. 6. Тулашвілі, Ю. Й. Оновлення змісту, форм та методів навчання і виховання в закладах освіти [Текст] / Ю. Й. Тулашвілі // Збірник наукових праць. Наукові записки Рівненського державного гуманітарного університету. – 2013. – № 7 (50). – С. 183–186. 7. Комп'ютерні технології та вища освіта людей з особливими потребами: Дистанційне навчання в системі соціально-трудової реабілітації : зб. наук. доп. і ст. / Л. В. Коваленко [та ін.]. – К.: Вища шк., 2002. – 255 с. 8. Artamonov, Y. B. Software for automated booktext manipulation [Text] / Y. B. Artamonov // Авіація у XXI столітті – "Безпека в авіації та космічні технології": VI Всесвітній конгрес. 23-25 верес. 2014 р. – К.: НАУ, 2014. – С. 1.12.1–1.12.4. 9. Artamonov, E. B. Concept of creating a software environment for

automated text manipulation. [Text] / E. B. Artamonov, O. O. Zholdakov // Scientific journal "Proceedings of the National Aviation University". – К.: НАУ. – 2010. – № 3(44). – P. 111–115. 10. Навчальний комплекс для вивчення шрифту Брайля: а.с. № 59638 Державна служба інтелектуальної власності України [Текст] / Є. Б. Артамонов, А. О. Длужевський, О. В. Панфоров. – № 60041, реєстрація 17.03.2015 р., свідоцтво 13.05.2015 р.

**Bibliography (transliterated):** 1. Kobzar', A. V., Bessarabova, I. S. (2015). Bar'ery v obuchenii shkol'nikov s alternativnym razvitiem v SSHA. EElektronnyy zhurnal "Sovremennyye issledovaniya social'nykh problem", 7(51), 514–528. 2. Krasnomovec', V. A. (2010). Lyudsk'ij rozvitok osob z invalidnistyu v Ukraini: ocinka stanu zabezpechennaya Naukovi pracі KNTU. Ekonomichni nauki, 17, 367–373. 3. Lozic'kij, O. A., Pasichnik, O. V. (2009). Informacijni tekhnologiyi bibliotek dlya lyudej z vadami zoru. Suchasni problemi diyal'nosti biblioteki v umovah informacijnogo suspil'stva: materialі naukovo-praktichnoy konferenciyi, 12.11.2009, 168–173. 4. Artamonov, Ye. B., Kucher, M. O. (2015). Porivnyal'nij analiz program-sintezatoriv ukrajins'koyi movi. Intelektual'ni tekhnologiyi lingvistichnogo analizu: mizhn. nauk.-tekh. konf. 9. 5. Sin'ova, Ye. P. (2003). Rel'yefno-krapkove pis'mo slipih. Shrift Luyi Brajlya : navch. posib., 108. 6. Tulashvili, Yu. J. (2013). Onovlennya zmistu, form ta metodiv navchannya i vihovannya v zakladah osviti. Zbirnik naukovih prac'. Naukovi zapiski Rivnensk'ogo derzhavnogo humanitarnogo universitetu, 7(50), 183–186. 7. Kovalenko, L. V. (2002). Komp'yuterni tekhnologiyi ta vishcha osvita lyudej z osoblivimi potrebami: Distancijne navchannya v sistemі social'no-trudovoyi reabilitaciyi : zb. nauk. dop. i st., 255. 8. Artamonov, Y. B. (2014). Software for automated booktext manipulation. Aviaciya u XXI stolitti – "Bezpeka v aviaciyi ta kosmichni tekhnologiyi": VI Vsesvitnij kongres, 1, 1.12.1–1.12.4. 9. Artamonov, E. B., Zholdakov, O. O. (2010). Concept of creating a software environment for automated text manipulation. Scientific journal "Proceedings of the National Aviation University", № 3(44), 111–115. 10. Artamonov, Ye. B., Dluževs'kij, A. O., Panforov, O. V. (2015). Navchal'nij kompleks dlya vivchennya shrifta Brajlya. Derzhavna sluzhba intelektual'noy vlasnosti. № 59638.

Надійшла (received) 03.11.2015

#### Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

**Артамонов Євген Борисович** – кандидат технічних наук, Національний авіаційний університет, доцент кафедри комп'ютеризованих систем управління; пр. Комарова, 1, м. Київ, Україна, 03058; тел.: 050-443-88-96; e-mail: [earth@ukr.net](mailto:earth@ukr.net).

**Артамонов Евгений Борисович** – кандидат технических наук, Национальный авиационный университет, доцент кафедры компьютеризированных систем управления; пр. Комарова, 1, м. Киев, Украина, 03058

**Artamonov Yevhen Borisovitch** – Candidate of Technical Sciences, National Aviation University, Associate Professor of Computerized Control Systems department; pr. Kosmonavta Komarova, 1, Kyiv, Ukraine, 03058

**Кременецкий Георгий Миколайович** – кандидат технічних наук, Національний авіаційний університет, доцент кафедри комп'ютеризованих систем управління; пр. Комарова, 1, м. Київ, Україна, 03058; тел.: 050-440-33-31; e-mail: [george.kremenetsky@gmail.com](mailto:george.kremenetsky@gmail.com).

**Кременецкий Георгий Николаевич** – кандидат технических наук, Национальный авиационный университет, доцент кафедры компьютеризированных систем управления; пр. Комарова, 1, м. Киев, Украина, 03058;

**Kremenetsky Georgiy Mikolayovich** – Candidate of Technical Sciences, National Aviation University, Associate Professor of Computerized Control Systems department; pr. Kosmonavta Komarova, 1, Kyiv, Ukraine, 03058;

**Длужевський Андрій Олександрович** – студент, Національний авіаційний університет, студент кафедри комп'ютерних систем та мереж; пр. Комарова, 1, м. Київ, Україна, 03058; тел.: 063-437-79-05; e-mail: [dlandrew@ukr.net](mailto:dlandrew@ukr.net).

**Длужевский Андрей Александрович** – студент, Национальный авиационный университет, студент кафедры компьютерных систем и сетей; пр. Комарова, 1, м. Киев, Украина, 03058;

**Dluževskiy Andrii Oleksandrovich** – student, National Aviation University, student of Computer systems and networks department; pr. Kosmonavta Komarova, 1, Kyiv, Ukraine, 03058;

**Панфоров Олександр Володимирович** – студент, Національний авіаційний університет, студент кафедри комп'ютерних систем та мереж; пр. Комарова, 1, м. Київ, Україна, 03058; тел.: 099-322-51-17; e-mail: [panforov.alex@gmail.com](mailto:panforov.alex@gmail.com).

**Панферов Александр Владимирович** – студент, Национальный авиационный университет, студент кафедры компьютерных систем и сетей; пр. Комарова, 1, м. Киев, Украина, 03058;

**Panforov Oleksandr Volodimirovich** – student, National Aviation University, student of Computer systems and networks department; pr. Kosmonavta Komarova, 1, Kyiv, Ukraine, 03058;