

Створення української локалізації системи комп'ютерної математики Sage

Олена Олексіївна Соменко

Кіровоградський інститут розвитку людини Відкритого міжнародного університету розвитку людини «Україна», пл. Дружби Народів, 8, м. Кропивницький, 25015, Україна
olenasmn@gmail.com

Анотація. *Цілі дослідження:* розкрити особливості створення української локалізації системи Sage засобами програми Poedit. *Завдання дослідження:* визначити основні проблеми створення україномовних інтерфейсів комп'ютерних програм; дати характеристику системи комп'ютерної математики Sage; описати методiku створення української локалізації Sage Notebook у середовищі Poedit. *Об'єкт дослідження:* використання систем комп'ютерної математики у навчальному процесі. *Предмет дослідження:* створення української локалізації системи комп'ютерної математики Sage. *Методи дослідження:* аналіз наукових публікацій, програмного забезпечення, нормативно-правових документів. *Результати дослідження:* спираючись на аналіз україномовного програмного забезпечення та наукових публікацій з питань створення локалізацій програм, виявлено основні проблеми, які виникають у процесі адаптації програмного забезпечення до використання україномовними користувачами; надано характеристику системи Sage та визначено особливості процесу розробки та внесення змін у програму; розглянуто принципи роботи програми Poedit, як інструменту для створення української локалізації Sage Notebook. *Основні висновки і рекомендації:* 1) встановлено, що відсутність якісних українізованих інтерфейсів стає причиною гальмування активного процесу опанування україномовними користувачами світових інформаційних технологій; 2) визначено, що однією зі сфер, яка найбільше потерпає від відсутності якісних українських локалізацій програмних засобів, є середня та вища освіта; 3) система Sage є однією із найбільш ефективних СКМ, яка широко використовується у різних країнах як для роботи, так і в навчальному процесі, в Україні досі залишається на етапі впровадження; 4) використання програми Poedit для створення українських локалізацій програмного забезпечення є ефективним, а отже, отриманий досвід створення може бути застосований до адаптації й інших програмних продуктів для україномовного користувача.

Ключові слова: інформаційно-телекомунікаційні технології, локалізація програмного забезпечення, система комп'ютерної математики, Sage, Poedit.

Creation of Ukrainian localization of computer mathematics system Sage

Olena O. Somenko

Kirovohrad Institute of Human Development, Open International University of Human
Development “Ukraine”, 8, Friendship of Peoples Sq., Kropivnitskiy, 25015, Ukraine
olenasmn@gmail.com

Abstract. *Research goals:* to reveal the features of creation of Ukrainian localization system Sage by using applications Poedit. *Research objectives:* to identify the main problems of Ukrainian creating software interfaces; to characterize the system of computer mathematics Sage; describe methods of creating Ukrainian localization of Sage Notebook by using program Poedit. *Object of research:* the use of computer mathematics in the learning process. *Subject of research:* the creation of Ukrainian localization system of computer mathematics Sage. *Research methods:* analysis of scientific publications, software, legal documents. *Results of the research:* Analysis based on a Ukrainian software and publications on the establishment of localization program, revealed major problems arising in the process of adapting software for use Ukrainian-users; given the characteristics of the Sage and the peculiarities of the development and modification of the program; the principles of the program Poedit, as a tool to create a Ukrainian localization of Sage Notebook. *The main conclusions and recommendations:* 1) revealed a lack of quality Ukrainized interfaces causes inhibition of the active process of mastering the Ukrainian-world users of information technology; 2) stipulates that one of the areas that suffered most from the absence of high-quality Ukrainian localization of software, is secondary and higher education; 3) system Sage is one of the most effective SCM, which is widely used in different countries for both work and in the educational process in Ukraine is still at the stage of implementation; 4) use the program Poedit to create a Ukrainian localization software is effective, and thus create the experience can be applied to adaptation and other software products for Ukrainian-user.

Keywords: information and telecommunications technology, software localization, computer mathematics system, Sage, Poedit.

Процес формування в Україні інформаційного суспільства в умовах сучасних світових тенденцій глобалізації ставить дуже гостро перед усіма україномовними користувачами проблему неадаптованості засобів інформаційних технологій до національних, мовних і культурних особливостей. Нині більшість програмного забезпечення у світі створюється англійською мовою, що робить його функціонал зрозумілим, а використання – доступним для більшості користувачів. Однак, в той же час, цей чинник може стати і суттєвою перешкодою у процесі

освоєння нових програмних засобів, викликати труднощі у розумінні того, для чого призначена і як працює та чи інша команда, призводить до помилок у роботі з ними. Тому відсутність якісних українізованих інтерфейсів стає причиною гальмування активного процесу опанування світових інформаційних технологій [5; 7].

Загалом, описана проблема є характерною для усіх напрямків використання програмних засобів у сучасному житті. Проте, однією зі сфер, яка найбільше втрачає від відсутності українських локалізацій програмних засобів і найбільш гостро потребує створення та вдосконалення україномовних програмних інтерфейсів, є освіта. Адже, як у процесі навчання школярів, так і під час фахової підготовки молоді у системі вищої освіти, одним із визначальних чинників ефективності навчального процесу є озброєння учнів та студентів навичками роботи із різного роду сучасними програмними засобами. Однак, темпи адаптації комп'ютерних програм до україномовного середовища значно відстають від світових темпів створення та впровадження нових освітніх програмних засобів [6; 15].

Прикладом є одна із найбільш популярних у світі систем комп'ютерної математики (СКМ), вільнопоширювана система Sage, яка давно досить широко і успішно використовується у різних країнах як для роботи, так і в навчанні. В Україні методика використання СКМ Sage розробляється науковою школою С. О. Семерікова (м. Кривий Ріг) [7; 8; 9; 10; 11; 12; 13].

Метою нашої роботи є розкриття особливостей процесу створення української локалізації СКМ Sage (Sage Notebook) засобами програми для перекладу інтерфейсів програмних додатків та сайтів – Poedit.

Розробку Sage було започатковано Вільямом Стейном (університет Вашингтона, США) у 2004 році, а вже на початку 2005 року вийшла перша версія СКМ. Початковою метою створення системи Sage була розробка доступного, безкоштовного, вільнопоширюваного математичного програмного пакету, який би кожен міг використовувати для навчання, роботи та проведення досліджень. Sage створювалася на протигагу комерційним математичним програмам із закритим вихідним кодом, тому має ряд відмінностей у порівнянні з іншими математичними системами. Зокрема, система Sage використовує широковідому мову програмування Python, тоді як інші популярні математичні програмні продукти, наприклад, Maple, Mathematica і Matlab, використовують власні специфічні математичні мови. Завдяки цій особливості у користувачів системи з'являється можливість реалізувати у системі Sage будь-який код, написаний на Python, а також, відповідно, код мови Python, створений у Sage, можна інтегрувати у різноманітні програмні додатки, що значно розширює можливості та сфери застосування математичного пакету [4].

Ще однією особливістю Sage є те, що при її створенні, замість того, щоб повторно писати велику кількість основних бібліотек, як це відбувається при створенні більшості математичного програмного забезпечення, було об'єднано кращі математичні програмні продукти із відкритим вихідним кодом, такі як NumPy, SciPy, Matplotlib, SymPy, Maxima, GAP, FLINT, R та ще багато інших. У цілому, Sage об'єднує близько 100 різноманітних програм, загальний перелік

яких можна знайти за посиланням: www.sagemath.org/links-components.html. Також Sage включає і велику кількість нових власних розробок, що загалом утворює потужну платформу для математичних досліджень. Система надає унікальну можливість використовувати інструменти різних математичних пакетів та засоби програмування для розв'язання широкого спектру завдань. Sage включає як складний багатокористувацький графічний веб-інтерфейс, так і інтерфейс командного рядка, а також передбачає роботу з іншими інтерактивними середовищами розробки (IDE) мови Python [1].

Отже, такий підхід до створення нового математичного програмного забезпечення дозволив створити нову математичну систему, яка, завдяки відкритості програмного коду, передбачає широкі можливості модифікації, гнучкість роботи у комп'ютерному середовищі, швидко реагує на зміни, оперативно пристосовується до нових запитів і потреб користувачів, і, крім цього, є безкоштовною для використання та об'єднує сотні розробників по всьому світу. Це дозволяє програмному продукту постійно вдосконалюватися, враховуючи думки, побажання і, навіть, власні розробки користувачів. Набагато якісніше і швидше відбувається відслідковування та виправлення помилок програми, додавання нових можливостей і функцій.

Користувач, починаючи працювати із системою Sage, звернувшись до офіційний сайту програми www.sagemath.org, на головній сторінці може знайти такі розділи:

1. **SageMath Online** – перехід до онлайн версій Sage: хмарного сервісу SageMathCloud (SMC), що знаходиться за адресою cloud.sagemath.com, та SageMathCell – веб-інтерфейсу Sage у вигляді командного рядка за посиланням sagecell.sagemath.org.
2. **Download 7.5.1** – розділ для завантаження останньої версії Sage (на даний час це версія 7.5.1 від 13.01.2017), а також підрозділи: Changelogs – історія змін; Source 7.5.1 – вихідний код поточної версії; Packages – файли *.spkg для Sage; Git – останні зміни у репозиторії Sage на GitHub.
3. **Help/Documentation** – містить довідкові матеріали по роботі з системою Sage: Video – навчальні відео; Forums – групи для обговорень різних питань, пов'язаних із роботою Sage; Tutorial – підручник; FAQ – найбільш часті запитання; Questions? – форум для користувачів.
4. **Feature Tour** – оглядовий тур по Sage із підрозділами: Quickstart – рекомендації для швидкого початку роботи; Research – короткі інструкції для проведення математичних досліджень; Graphics – вказівки щодо роботи з графікою.
5. **Library** – бібліотека, що містить: Testimonials – відгуки; Books – книги; Publications – статті та інші публікації, пов'язані із Sage; Press Kit – загальна інформація про проект.
6. **Search** – пошук по сайту.

Sage створювався і продовжує розвиватися завдяки волонтерським зусиллям сотень людей, фінансуванню Національного наукового фонду (National Science

Foundation), підтримці і спонсорству таких організацій, як Google та Microsoft, а також благодійним внескам приватних осіб.

Оскільки, система Sage є вільно поширюваним програмним забезпеченням, вона ліцензується за GNU Public License (GPL). Ліцензія GNU GPL передбачає надання користувачам таких свобод:

- свободу запуску програми з будь-якою метою;
- свободу вивчення того, як програма працює, і її модифікації (попередньою умовою цього є гарантований доступ до вихідного коду);
- свободу поширення копій;
- свободу покращення програми й викладення покращеної програми у публічний доступ (обов'язковою умовою є гарантований доступ до вихідного коду) [3].

Згідно концепції GNU GPL, користувачі мають право на копіювання, зміну і поширення програми та зобов'язані надавати такі ж права користувачам усіх інших програмних продуктів, похідних від цієї програми. Тобто Sage не містить ліцензійних кодів, захисту від копіювання, закритих алгоритмів, а отже – не має жодної частини програми, яку б користувач не міг побачити або змінити.

У даний час робота із вихідним кодом системи Sage здійснюється за допомогою веб-сервісу для розміщення та спільної розробки ІТ-проектів – GitHub [2], яку ще називають соціальною мережею для розробників програмного забезпечення. На сторінці організації Sage Mathematical Software System (<https://github.com/sagemath>) розміщені репозиторії різних проектів, зокрема, репозиторій sage – містить файли вихідного коду системи Sage (рис. 1); sagemath – вихідний код Sage Notebook, програмного засобу для локального встановлення системи Sage на персональний комп'ютер; sagemath-cell – вихідний код для Sage Cell Server, веб-сервісу, що дозволяє виконувати короткі обчислення безпосередньо у браузері та ін.

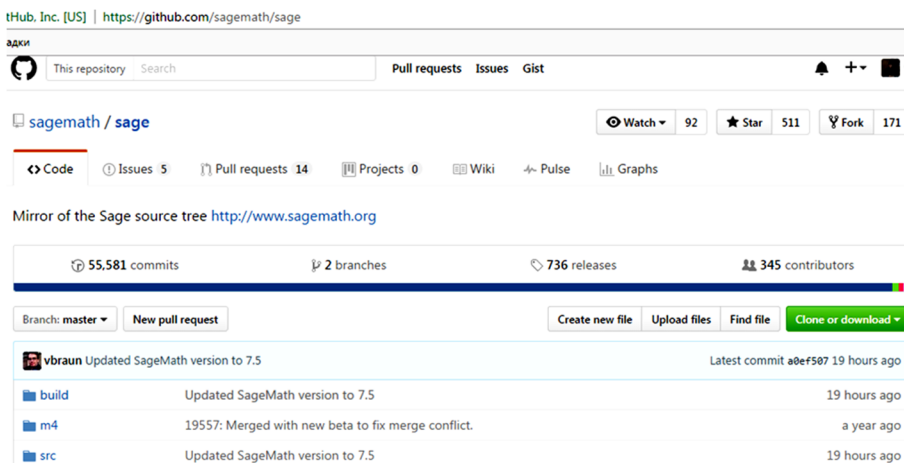


Рис. 1. Репозиторій із файлами вихідного коду Sage на веб-сервісі GitHub

Для перегляду файлів вихідного коду проектів користувачеві не обов'язково реєструватися на GitHub, однак, якщо виникає потреба у редагуванні, внесенні пропозицій чи коректив у файли проекту, тоді користувачеві необхідно пройти нескладну процедуру реєстрації і створити власний акаунт (рис. 2). Після реєстрації можна створювати власні репозиторії і приєднуватися до роботи над уже існуючими проектами користувачів, створюючи власні гілки проектів (fork). Для подальшої роботи слід встановити на свій персональний комп'ютер Git-клієнт – спеціальне програмне забезпечення для віддаленої роботи із файлами проекту. За допомогою цього програмного забезпечення на ПК користувача створюється локальна копія проекту, над яким ведеться робота. Після редагування чи додавання власних файлів до проекту за допомогою Git-клієнта локальні зміни завантажуються у віддалений репозиторій, де можуть переглядатись, коментуватись та редагуватись іншими розробниками. За умови доцільності внесених правок та їх успішної і ефективної роботи у системі, нові зміни включаються до наступних версій Sage.

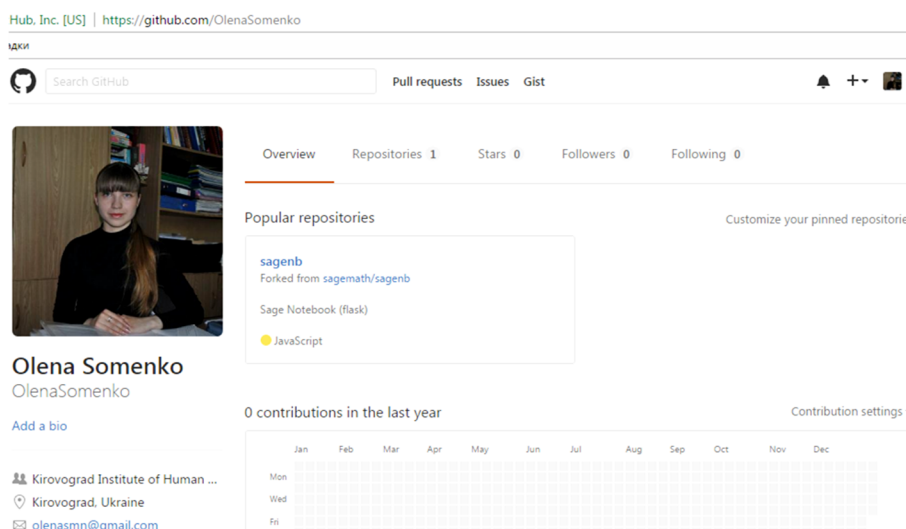


Рис. 2. Загальний вигляд домашньої сторінки користувача GitHub

Програма Poedit передбачає використання для перекладу мовних файлів програм чи шаблонів для їх перекладу. Це файли із розширенням *.po або *.pot відповідно, які містять рядки для перекладу у текстовому форматі. На відміну від них, файли *.mo представляють собою уже скомпільовану версію. Після створення перекладу у форматі *.po, необхідно його скомпільувати в файл *.mo. Програма Poedit дозволяє це зробити автоматично.

Для перекладу інтерфейсу Sage Notebook було використано файл message.pot, який знаходиться у репозиторії sagenb. Для створення нового перекладу слід виконати команду «Файл» – «Создать из POT-файла», після чого обрати потрібний файл *.pot, у нашому випадку, це message.pot. Далі натиснути кнопку

«Создать новый перевод» і обрати мову. Після вибору української мови буде автоматично створено файл uk_UA.po, який слід зберегти. Вікно програми Poedit змінить вигляд – з'явиться дві колонки тексту, зліва – рядки програми мовою оригіналу, справа – рядки перекладу, які заповнює користувач (рис. 3). Після збереження відбувається автоматична компіляція файлу у формат *.mo.

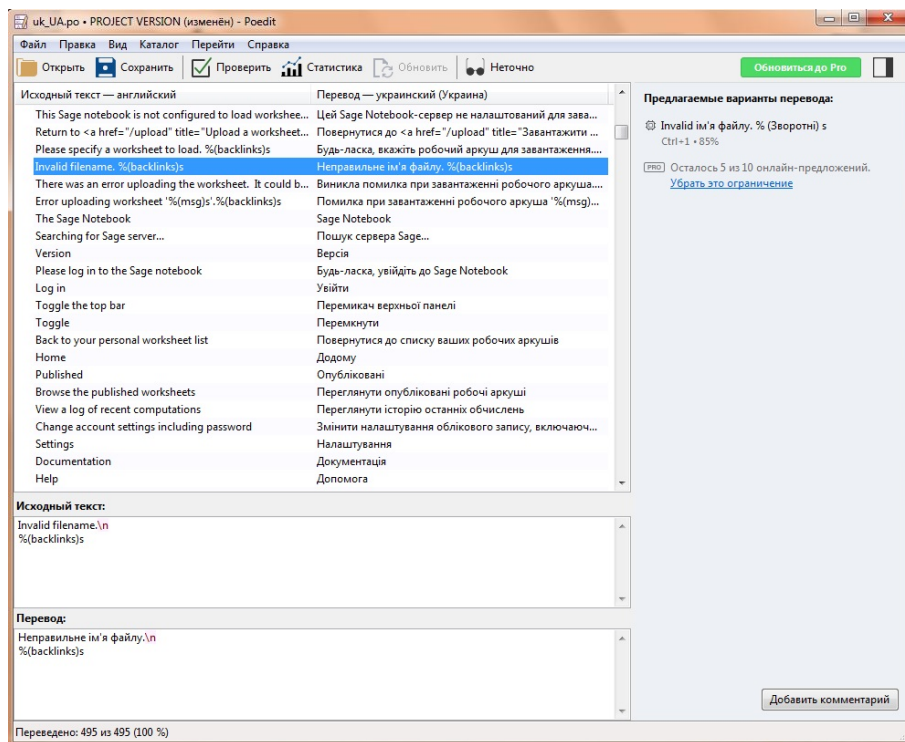


Рис. 3. Загальний вигляд вікна програми Poedit із фрагментом перекладу інтерфейсу Sage Notebook

Далі, як було описано вище, отримані файли *.po та *.mo було завантажено до проекту на ресурсі GitHub, де, після розгляду іншими розробниками, вони були внесені до основної гілки вихідного коду проекту sagenb/sagenb/translations/uk_UA/LC_MESSAGES/messages.po (рис. 4).

Таким чином, нами було розроблено українську локалізацію системи Sage, а саме, Sage Notebook, яка стала частиною загального коду і з грудня 2015 року входить до наступних версій програми.

Poedit – програма, за допомогою якої було здійснено переклад, є простою у застосуванні, зручною та дуже ефективною, а отже, отриманий досвід створення українських локалізацій програмного забезпечення може бути застосований до адаптації й інших програмних продуктів для україномовного користувача.

The screenshot shows a GitHub repository page for 'sagemath/sagenb'. The commit message is 'kcrisman Moved Ukrainian translation files to correct place' dated '9681ccc on 1 Dec 2015'. The file 'messages.po' is shown with 2587 lines (2079 sloc) and 100 KB. The code content is as follows:

```

1 # Ukrainian (Ukraine) translations for Sage (www.sagemath.org)
2 # This file is distributed under the same license as the Sage project.
3 # Olena O. Somenko <olenasmn@gmail.com>, 2015.
4 #
5 msgid ""
6 msgstr ""
7 "Project-Id-Version: sagenb\n"
8 "Report-Msgid-Bugs-To: <olenasmn@gmail.com>\n"
9 "POT-Creation-Date: 2015-07-16 11:00+0300\n"
10 "PO-Revision-Date: 2015-07-20 15:29+0300\n"
11 "Last-Translator: Olena O. Somenko <olenasmn@gmail.com>\n"
12 "Language-Team: Olena O. Somenko <olenasmn@gmail.com>\n"
13 "MIME-Version: 1.0\n"
14 "Content-Type: text/plain; charset=UTF-8\n"
15 "Content-Transfer-Encoding: 8bit\n"
16 "Generated-By: Babel 0.9.6\n"
17 "X-Generator: Poedit 1.8.2\n"
18 "Plural-Forms: nplurals=3; plural=(n%10==1 && n%100!=11 ? 0 : n%10>=2 && n"
19 "%10<=4 && (n%100<10 || n%100>=20) ? 1 : 2);\n"
20 "Language: uk_UA\n"
21 "X-Poedit-SourceCharset: UTF-8\n"
22

```

Рис. 4. Гілка вихідного коду Sage Notebook із українською локалізацією програми

Проблема створення якісних україномовних інтерфейсів комп'ютерних програм, досі стоїть дуже гостро. Це пов'язано не тільки із питаннями впровадження та використання української мови у сфері інформаційних технологій, але і з недостатньою розробленістю законодавства. Така ситуація призводить до створення неякісних перекладів, спотворення змісту текстів, порушення авторських прав тощо. Тому для ефективного розв'язання вказаних проблем необхідно об'єднання зусиль фахівців із галузей філології, комп'ютерних наук та права.

Список використаних джерел

1. Bard G.V. Sage for Undergraduates / G.V. Bard. – American Mathematical Society, 2015. – 336 p.
2. The world's leading software development platform · GitHub [Electronic resource]. – 2018. – Access mode : <https://github.com>.
3. GNU General Public License [Electronic resource] // GNU Project – Free Software Foundation. – 2007. – Access mode: <https://www.gnu.org/licenses/gpl-3.0.html>.

4. Stein W. Sage for Power Users [Electronic resource] / William Stein. – 2012. – 146, [1] p. – Access mode : <https://wstein.org/books/sagebook/sagebook.pdf>.
5. Булаховський К. А. Стан і проблеми розвитку україномовної локалізації комп'ютерних програм / Кирило Булаховський // Українська мова. – 2010. – № 4. – С. 89-94.
6. Величко С. П. Підготовка майбутніх вчителів фізики в умовах глобальної інформатизації навчального процесу / С. П. Величко, Д. В. Соменко // Збірник наукових праць Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини. – Умань : ПП Жовтий О. О., 2011. – Ч. 3. – С. 38-45.
7. Модло Є. О. Розробка фільтру SageMath для Moodle / Є. О. Модло, С. О. Семеріков // Новітні комп'ютерні технології. – Кривий Ріг : Видавничий центр ДВНЗ «Криворізький національний університет», 2014. – Том XII : спецвипуск «Хмарні технології в освіті». – С. 233-243.
8. Семеріков С. О. Генерування математичних завдань засобами Web-СKM SAGE / Семеріков С. О., Шокалюк С. В., Мінтій І. С., Волошаненко О. С., Кулініч Б. М. // Матеріали п'ятої науково-практичної конференції FOSS Lviv 2015. 23-26 квітня 2015 р. / Львівський національний університет імені Івана Франка, Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова, Брестський державний технічний університет, Проект Linux Vacation / Eastern Europe, Українська академія друкарства, Львівська група користувачів Linux. – [Львів], [2015]. – С. 74-76.
9. Семеріков С. О. MMC Sage в моделюванні економічних процесів / С. О. Семеріков, Н. А. Хараджян // Інформаційні технології та моделювання в економіці : збірник наукових праць Другої Міжнародної науково-практичної конференції ; Черкаси, 19-21 травня 2010 р. / Редкол. : Соловійов В. М. (відп. за випуск) та ін. – Черкаси : Брама-Україна, 2010. – С. 259-261.
10. Семеріков С. О. Мобільне математичне середовище Sage: нові можливості та перспективи розвитку / С. О. Семеріков, І. О. Теплицький // Тези доповідей VII Всеукраїнської науково-практичної конференції «Інформаційні технології в освіті, науці і техніці» (ІТОНТ-2010). 4-6 травня 2010 року. – Том 2. – Черкаси : Черкаський державний технологічний університет, 2010. – С. 71.
11. Семеріков С. О. Організація розподілених обчислень засобами MMC Sage / С. О. Семеріков, С. В. Шокалюк // Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології. – 2010. – №2 (4). – С. 338-345.
12. Семеріков С. О. Розробка фільтру Sage для СДН Moodle / С. О. Семеріков, С. В. Шокалюк, Ю. В. Плещ, І. С. Мінтій, В. В. Ткачук // Новітні комп'ютерні технології. – К. : Мінрегіон України. – 2011. – Том IX. – С. 189-194.
13. Словак К. І. Методика використання мобільних математичних середовищ у процесі навчання вищої математики студентів економічних спеціальностей : автореф. ... канд. пед. наук : 13.00.10 – інформаційно-комунікаційні технології в освіті / Словак Катерина Іванівна ; Інститут інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України. – К, 2011. – 21 с.
14. Душкевич О. О. Використання СКМ Sage у професійній підготовці майбутніх вчителів математиків / Олена Душкевич // Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти. – Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2014. – Випуск 5. – Частина 1. – С. 24-28.
15. Триус Ю. В. Комп'ютерно-орієнтовані методичні системи навчання математичних дисциплін у ВНЗ: проблеми, стан і перспективи / Ю. В. Триус // Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія 2:

Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання. – К. : Вид-во НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2010. – Вип. 9 (16). – С. 16-29.

References (translated and transliterated)

1. Bard, G.V.: Sage for Undergraduates. American Mathematical Society, Providence (2015)
2. The world's leading software development platform · GitHub. <https://github.com> (2018)
3. GNU General Public License. GNU Project – Free Software Foundation. <https://www.gnu.org/licenses/gpl-3.0.html> (2007)
4. Stein, W.: Sage for Power Users. <https://wstein.org/books/sagebook/sagebook.pdf> (2012). Accessed 19 Nov 2017
5. Bulakhovskiy, K.A.: Stan i problemy rozvytku ukrainomovnoi lokalizatsii kompiuternykh prohram (State and problems of development of Ukrainian-language localization of the computer programs). *Ukrainska mova*. 4, 89–94 (2010)
6. Velychko, S.P., Somenko, D.V.: Pidhotovka maibutnykh vchyteliv fizyky v umovakh hlobalnoi informatyzatsii navchalnoho protsesu (Training future teachers of physics in the global informatization of educational process). *Zbirnyk naukovykh prats Umanskoho derzhavnogo pedahohichnoho universytetu imeni Pavla Tychyny*. 3, 38–45 (2011)
7. Modlo, E.O., Semerikov, S.O.: Development of SageMath filter for Moodle. *New computer technology*. 12, 233–243 (2014)
8. Semerikov, S.O., Shokaliuk, S.V., Mintii, I.S., Voloshanenko, O.S., Kulinich, B.M.: Heneruvannia matematychnykh zavdan zasobamy Web-SKM SAGE (Generation of mathematical tasks by Web-SCM SAGE). In: *Materialy piatoi naukovo-praktychnoi konferentsii FOSS Lviv 2015*. 23-26 kvitnia 2015 r., Lvivskiy natsionalnyi universytet imeni Ivana Franka, Lviv, pp. 74–76 (2015)
9. Semerikov, S.O., Kharadzhan, N.A.: MMS Sage v modeliuvanni ekonomichnykh protsesiv (MME Sage as a tool of economic processes modeling). In: Soloviov, V.M. (ed.) *Informatsiini tekhnolohii ta modeliuvannia v ekonomitsi: zbirnyk naukovykh prats Druhoi Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii, Cherkasy, 19-21 travnia 2010 r.*, pp. 259–261. Brama-Ukraina, Cherkasy (2010)
10. Semerikov, S.O., Teplyckyj, I.O.: Mobilne matematyчне середовище Sage: novi mozhlyvosti ta perspektyvy rozvytku (Mobile mathematical environment Sage: a new features and development prospects). In: *Tezy dopovidej VII Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii «Informacijni tekhnologii v osviti, nauci i tehnicii» (ITONT-2010)*, 4-6 travnja 2010 roku, vol. 2, p. 71. Cherkaskyj derzhavnyj tekhnologichnyj universytet, Cherkasy (2010)
11. Semerikov, S.O., Shokaliuk, S.V.: Orhanizatsiia rozpodilenykh obchyslen zasobamy MMS Sage (The organization of distributed computing using MME Sage). *Pedahohichni nauky: teoriia, istoriia, innovatsiini tekhnolohii*. 2(4), 338–345 (2010)
12. Semerikov, S.O., Shokalyuk, S.V., Plyushh, Yu.V., Mintij, I.S., Tkachuk, V.V.: Rozrobka filtru Sage dlya SDN Moodle (Sage filter development for distance learning system Moodle). *New computer technology*. 9, 189–194 (2011)
13. Slovak, K.I.: Metodyka vykorystannia mobilnykh matematychnykh sredovyshch u protsesi navchannia vyshchoi matematyky studentiv ekonomichnykh spetsialnostei (Method of using mobile mathematical environments in the process of higher mathematics students studying in economic specialties). *Dissertation, Instytut informatsiinykh tekhnolohii i zasobiv navchannia NAPN Ukrainy* (2011)

14. Dushkevych, O.O.: Vykorystannia SKM Sage u profesiinii pidhotovtsi maibutnikh vchyteliv matematyky (Use of CMS Sage in the training of future mathematical teachers). **5**(1), 24–28 (2014).
15. Tryus, Yu.V.: Kompiuterno-oriientovani metodychni systemy navchannia matematychnykh dystsyplin u VNZ: problemy, stan i perspektyvy (Computer-oriented methodological training system of mathematical sciences in universities: problems and prospects). Naukovyi chasopys Natsionalnoho pedahohichnoho universytetu imeni M. P. Drahomanova. Seriiia 2: Kompiuterno-oriientovani systemy navchannia. **9**(16), 16–29 (2010)