УДК 004.9; 004.67; 004.031.4 https://doi.org/10.15407/pp2020.02-03.022

WEB-СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ РІВНЯ РЕГІОНАЛЬНОГО РОЗВИТКУ

О.І. Пурський, Т.М. Мельник, О.А. Харченко, В.Ф. Гамалій

Робота присвячена розробці засобів автоматизації процесів оцінювання рівня соціально-економічного розвитку регіонів України. В роботі представлено метод автоматизованого визначення інтегральних показників на основі спільного використання методів факторного аналізу і експертного оцінювання, що підвищило надійність результатів розрахунків і забезпечило можливість проведення аналізу взаємозв'язків між показниками з точки зору їхнього впливу на загальну соціально-економічну ситуацію в регіоні. Розроблено та програмно реалізовано інформаційно-аналітичну Web-систему оцінювання рівня соціально-економічного розвитку регіонів України. Web-система має трирівневу архітектуру технічних засобів і призначена для автоматизації процесів оцінювання рівня соціально-економічного розвитку регіонів України на основі експертно-статистичного методу. Web-додаток розрахований на роботу із трьома групами користувачів та забезпечує доступ до елементів управління взаємодією залежно від рівня доступу конкретного користувача.

Ключові слова: соціально-економічний розвиток, факторний аналіз, експертне оцінювання, інтегральні показники, Web-система.

Работа посвящена разработке средств автоматизации процессов оценивания уровня социально-экономического развития регионов Украины. В работе представлен метод автоматизированного определения интегральных показателей на основе совместного использования методов факторного анализа и экспертного оценивания, что повысило надежность результатов расчетов и обеспечило возможность проведения анализа взаимосвязей между показателями с точки зрения их влияния на общую социально-экономическую ситуацию в регионе. Разработана и программно реализована информационно-аналитическая Web-система оценки уровня социально-экономического развития регионов Украины. Web-система имеет трехуровневую архитектуру технических средств и предназначена для автоматизации процессов оценивания уровня социально-экономического развития регионов Украины на основе экспертно-статистического метода. Web-приложение рассчитано на работу с тремя группами пользователей и обеспечивает доступ к элементам управления в зависимости от уровня доступа конкретного пользователя.

Ключевые слова: социально-экономическое развитие, факторный анализ, экспертное оценивание, интегральные показатели, Web-система.

This article focuses on the automation tools development for evaluating the socio-economic development of Ukraine regions. In this work we present a method for automated determination of integral indicators based on factor analysis and expert estimation methods is presented. The method application improved the calculation results reliability and the opportunity provided to analyze the relationships between indicators in terms of their impact on the general regional socio-economic situation. The information-analytical Web-based system for evaluating the socio-economic development of Ukraine regions has been developed and implemented. The Web-based system has a three-level architecture of technical tools and intended for processes automation of socio-economic level development evaluating of Ukraine regions based on expert-statistical method. The Web-based application is designed to work with three user groups and provides access to control elements depending on the access level of user.

Key words: socio-economic development, factor analysis, expert evaluation, integral indicators, Web-based system.

Вступ

Характерною особливістю соціально-економічної ситуації на даний час є постійний інтенсивний пошук ідей, підходів і засобів підвищення темпів зростання соціально-економічного розвитку регіонів [1]. Особливу увагу варто приділяти детальному аналізу управлінських рішень, які в першу чергу повинні бути направленими на забезпечення стабільного, збалансованого розвитку регіону та створення соціально-економічного клімату сприятливого для вільної реалізації суб'єктами ринку власних цілей і підвищення якості життя населення [1, 2]. Забезпечення стабільності економічного розвитку регіону вимагає не тільки ефективного організаційного управління, але й постійного моніторингу соціально-економічного стану регіону, з метою актуалізації прийняття управлінських рішень і визначення майбутніх перспектив розвитку. Такі дослідження дозволяють оперативно оцінювати характер і направленість змін, що відбуваються, приймати адекватні до цих змін управлінські рішення, здійснювати прогнозування і моделювання розвитку об'єкта аналізу. Завдяки створенню і впровадженню систем оцінювання соціально-економічного розвитку з'являється можливість більш точно оцінювати економічну кон'юнктуру в регіоні, відслідковувати та прогнозувати динаміку і тенденції регіональної фінансово-господарської діяльності, робити співставлення і системний аналіз отриманих показників.

Безпосередня роль інформаційних технологій в системі управління розвитком регіону, визначається сукупністю дій та заходів з прийняття управлінських рішень на основі процедур і механізмів збору, накопичення, обробки і аналізу соціально-економічних даних засобами обчислювальної техніки [3, 4]. Аналіз специфіки соціально-економічного розвитку регіонів пов'язаний з обробкою великих інформаційних масивів даних, що приводить до певних часових затримок в отриманні результатів цього аналізу, а як наслідок вибудовування хибних стратегій соціально-економічного розвитку регіонів, які ґрунтуються на певних застарілих показниках і висновках. Цей факт може привести до неефективної регіональної політики і, як наслідок, економічного спаду, що може, в свою чергу, стати каталізатором соціальних потрясінь. Таким чином, виникає необхідність розробки сучасних методів, моделей і інформаційних технологій обробки соціально-економічних даних, з метою забезпечення оперативного та ефективного управління регіональним розвитком.

© О.І. Пурський, Т.М. Мельник, О.А. Харченко, В.Ф. Гамалій, 2020

Результати та їх обговорення

Як правило, в соціально-економічних дослідженнях обробка даних здійснюється на основі статистичних методів, головним недоліком яких є надійність висновків [5, 6]. При статистичних розрахунках не враховується важливість конкретних соціально-економічних показників [7]. Цю проблему вирішує експертне оцінювання, знання і досвід експертів дозволяють здійснити ранжування показників з точки зору їхньої важливості для забезпечення ефективного функціонування соціально-економічної системи [8, 9]. Але водночас, експертне оцінювання не дозволяє встановлювати взаємозв'язки між соціально-економічними показниками, з чим з успіхом справляється факторний аналіз [10]. Враховуючи вище згадані обставини, виникла необхідність в розробці математичної моделі на основі статистичного методу, яка б враховувала досвід і знання експертів предметної області. Саме експертно-статистичний варіант є найбільш придатним для даного випадку, оскільки врахування при розрахунках знань і досвіду експертів суттєво підвищує надійність отриманих в результаті досліджень висновків і водночас, застосування факторної моделі дозволяє провести грунтовний соціально-економічний аналіз шляхом встановлення взаємозв'язків між показниками та визначення впливу зміни конкретного показника (показників) на стан соціально-економічної системи. У зв'язку з цим, здійснено розробку моделі оцінки рівня соціально-економічного розвитку (рис. 1) на основі спільного використання методів факторного аналізу (метод головних компонент) та експертного оцінювання [8, 10–12], яка стала основою інформаційно-аналітичної Web-системи оцінювання рівня соціально-економічного розвитку регіонів України.

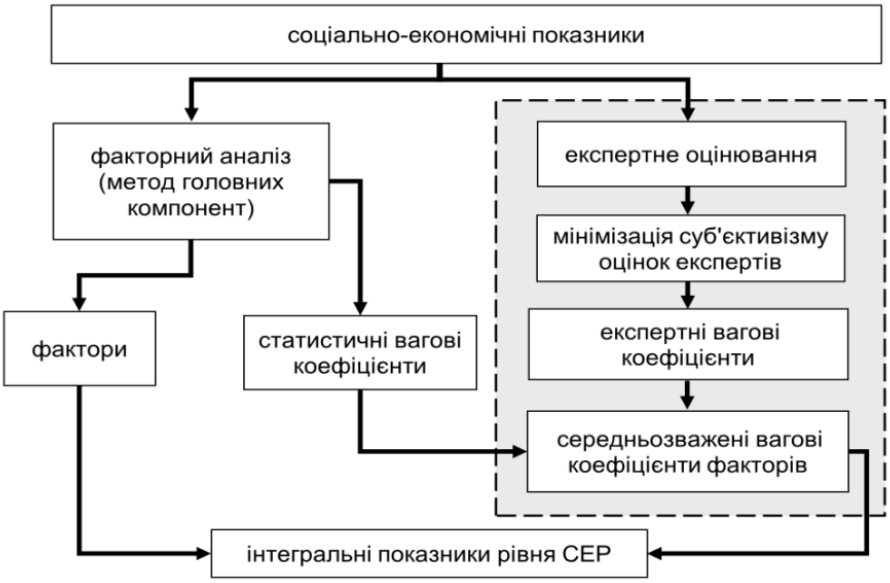

Рис. 1. Модель оцінювання рівня соціально-економічного розвитку (СЕР)

В представленій моделі підвищення її надійності здійснюється за рахунок введення процедури експертного оцінювання в механізм визначення вагових коефіцієнтів факторів [13]. Таким чином, через врахування знань і досвіду експертів при визначенні вагових коефіцієнтів факторів у факторну модель оцінювання рівня соціально-економічного розвитку [10] вводиться важливість конкретних показників або, іншими словами, інтенсивність їхнього впливу на стан соціально-економічної системи. По суті, вага фактора визначає ступінь його впливу в загальній оцінці рівня розвитку соціально-економічної системи, а врахування в вагових коефіцієнтах факторів знань експертів через бальні оцінки показників підвищує надійність процедури оцінювання стану соціально-економічної системи. Тобто в даній моделі, інтегральний показник соціально-економічного розвитку розраховується як сума факторів з відповідними середньозваженими ваговими коефіцієнтам.

Наведена модель визначення інтегральних показників соціально-економічного розвитку регіонів, формалізує розрахункові процедури і дозволяє розробити метод автоматизованої обробки даних соціально-економічного моніторингу, що грунтується на спільному використанні факторного аналізу (методу головних компонент) та експертного оцінювання [13]. На схемі (рис. 2) показано алгоритм реалізації методу визначення інтегрального показника соціально-економічного розвитку регіону, який дозволяє здійснити його програмну реалізацію у вигляді інформаційно-аналітичної системи. Початковий етап алгоритму характеризується введенням даних соціально-економічного моніторингу регіону. Як початкові дані можуть бути використані дані статистичних довідників, або, наприклад, поточні дані відділів соціального-економічного розвитку обласних адміністрацій. Вибраний перелік показників визначає направленість і задачі моніторингу. Подальші дії в рамках представленого алгоритму, пов'язані із програмною реалізацією методу головних компонент [11, 12] і механізмів експертного оцінювання [8]. Згідно методу головних компонент спочатку формується матриця показників соціально-економічного розвитку досліджуваних регіонів, з наступним її приведенням до єдиної цільової функції, щоб збільшення будь-якого показника відповідало покращенню соціально-економічного стану регіону.

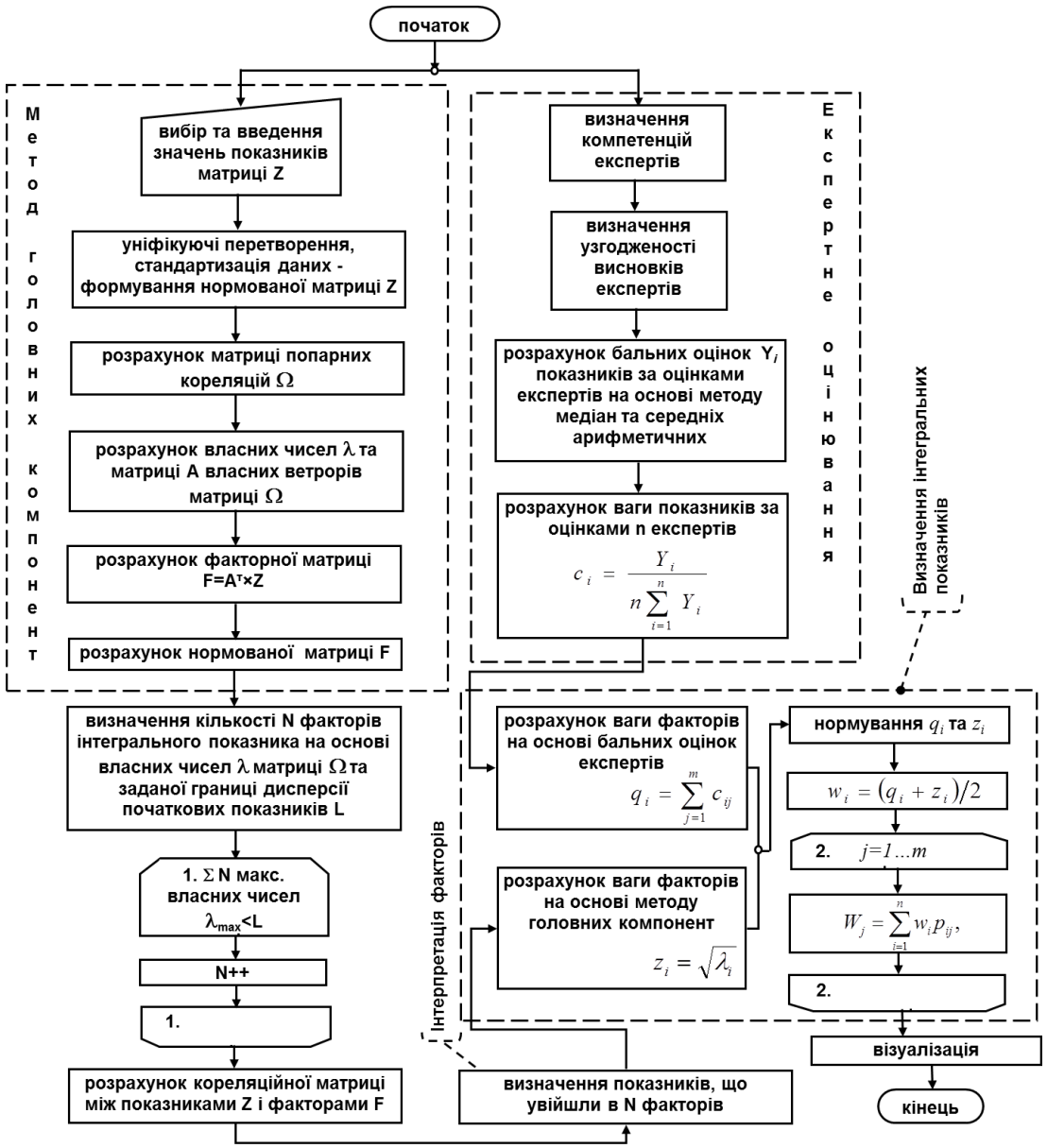

Рис. 2. Схема алгоритму визначення інтегральних показників соціально-економічного розвитку регіонів [13]

Потім здійснюється приведення показників до нормального закону розподілу та розрахунок матриці попарних кореляцій. Для даної матриці розраховуються власні числа і власні вектори. Наступні дії пов'язані із перемноженням нормованої матриці показників і матриці власних векторів, в результаті чого отримується матриця факторів. Фактори нормуються, для них визначається дисперсія, що може використовуватися при аналізі інтегральних показників. На основі власних чисел матриці попарних кореляцій показників і заданого граничного значення пояснюваної факторами дисперсії нормованих показників визначається кількість N факторів, що входять в інтегральні показники. Потім розраховується кореляційна матриця між початковими показниками і розрахованими факторами. За допомогою даної матриці визначається, які з початкових показників увійшли в задані *N* факторів, що дозволяє провести інтерпретацію факторів та здійснити аналіз їх змістовного наповнення (перелік ознак, які входять до фактора). На основі кореляційних матриць проводиться також інтелектуальний аналіз даних на предмет виявлення латентних признаків, які можуть бути підґрунтям для встановлення нових закономірностей процесів соціально-економічного розвитку.

Паралельна гілка алгоритму (рис. 2) пов'язана із програмною реалізацією механізмів експертного оцінювання. З цією метою спочатку, за допомогою описаної вище процедури, здійснюється визначення компетенції експертів, а потім за допомогою розрахунку коефіцієнта конкордації Кендала отримується оцінка узгодженості їхніх висновків. Таким чином, в результаті розрахунків залишаються тільки узгоджені висновки компетентних експертів. На основі цих даних визначається група експертів, висновки яких прийматимуть участь в оцінюванні. Використовуючи здійснене експертами ранжування показників на основі методу медіан і методу середніх арифметичних із урахуванням компетенції експертів розраховується бальне оцінювання показників. Потім визначається вага показників за оцінками експертів.

Завершальний етап алгоритму – це розрахунок інтегральних показників і візуалізація результатів обробки даних. Вагові коефіцієнти для кожного фактора розраховуються шляхом комбінації експертної і статистичної оцінок. При цьому, в нашому випадку узагальнена вага конкретного фактора *w* (експертно-статистична), яка б враховувала як думку експерта *q*, так і статистичну оцінку по даному фактору *z*, отримується розрахунком середньозваженого цих двох оцінок. Для безпосереднього визначення інтегральних показників необхідно об'єднати розраховані фактори в єдиний показник. Оскільки всі фактори є незалежними, об'єднання здійснюється за допомогою звичайної лінійної згортки [13].

Отримані інтегральні показники можна використовувати, наприклад, для виявлення латентних признаків, порівняння і ранжування об'єктів або виявлення ознак, що обумовлюють соціально-економічний розвиток (регресію) окремих регіонів і т. п. Важливим моментом даного методу обробки соціально-економічних даних є автоматизація розрахунку ваги факторів на основі оцінювання експертів. Представлений метод побудови інтегральних показників дозволяє реалізувати єдиний підхід до проведення аналізу даних та забезпечити оперативність побудови інтегральних показників.

Основою і першим етапом створення будь-якої інформаційної системи є розробка її інформаційно-логічної моделі. Проведені дослідження дозволили визначити нам взаємозв'язки, структурну організацію функціональних компонентів інформаційно-аналітичної системи соціально-економічного моніторингу та напрямки інформаційних потоків для вирішення її задач. Схема розробленої інформаційно-логічної моделі інформаційно-аналітичної Web-системи оцінювання рівня соціально-економічного розвитку показана на рис. 3.

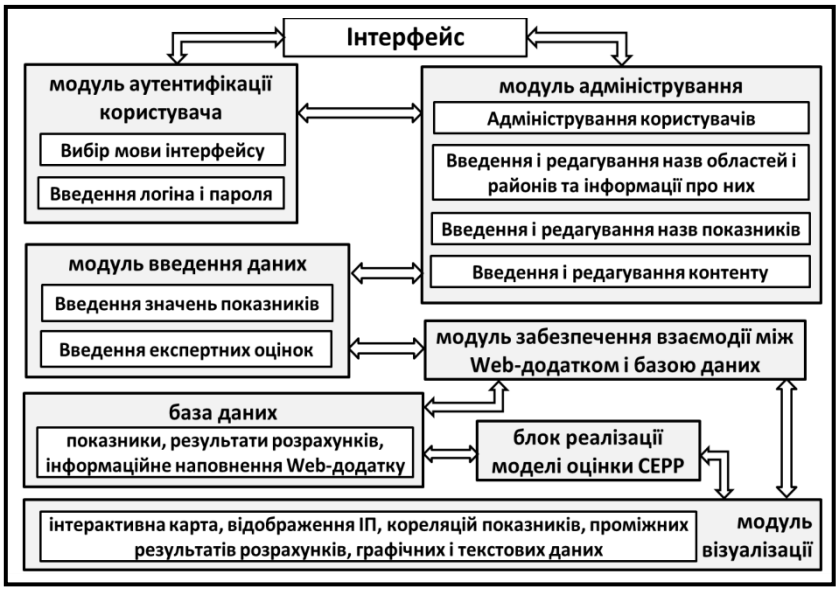

Рис. 3. Інформаційно-логічна модель інформаційно-аналітичної Web-системи оцінювання рівня соціально-економічного розвитку регіонів України

Розроблена інформаційно-логічна модель інформаційно-аналітичної Web-системи оцінювання рівня соціально-економічного розвитку дозволила визначити оптимальну структурну організацію її компонентів і зв'язків між ними для забезпечення ефективного вирішення задач обробки і аналізу соціально-економічних даних та перейти до програмної реалізації Web-системи.

Програмна реалізація Web-системи оцінювання рівня соціально-економічного розвитку регіонів здійснена на основі моделі [13], що ґрунтується на спільному використанні методів факторного аналізу (метод головних компонент) та методу експертного оцінювання, згідно запропонованого методу автоматизованого визначення інтегральних показників соціально-економічного розвитку (рис. 2). Характерною особливістю представленого методу розрахунку інтегральних показників соціально-економічного розвитку є автоматизація механізму експертного оцінювання. Даний метод є основою функціонування Web-додатку, розробленого з метою забезпечення доступу до функцій оцінювання рівня соціально-економічних розвитку і використання в системі регіонального управління. Важливими аспектами розробленої Web-системи є автоматизація всіх розрахункових процедур та підтримка роботи в комп'ютерній мережі Internet, що забезпечує доступ до всіх її ресурсів територіально розподілених користувачів. Варто також зазначити, що інтерфейс Web-додатку реалізовано у двох версіях: україномовний і англомовний варіанти. До складу розробленого Web-додатку входять наступні функціональні блоки:

- модуль аутентифікації користувача;
- база даних, призначена для зберігання показників і результатів розрахунків предметної області, а також інформаційного наповнення елементів інтерфейсу Web-додатку;
- блок, що реалізує функції математичної моделі предметної області;
- шлюз для забезпечення взаємодії між Web-додатком і базою даних;

– інтерфейс, що забезпечує доступ до функцій веб-додатка.

Web-система розрахована на роботу із трьома групами користувачів (адміністратори, редактори даних і звичайні користувачі) та забезпечує доступ до елементів управління залежно від рівня доступу конкретного користувача. *Звичайні користувачі* мають доступ до проміжних результатів та результатів розрахунків інтегральних показників, а також мають доступ до інформації, які показники використовувалися в розрахунках. На додачу до прав звичайних користувачів *редактори даних* мають можливість додавати і редагувати соціально-економічні показники для регіону, здійснювати розрахунки інтегральних показників та зберігати інформацію в БД. *Адміністратори* крім вищеперерахованих можливостей мають доступ до функцій редагування контенту Web-додатку та можуть здійснювати реєстрацію користувачів системи з розподілом відповідних прав доступу.

Web-додаток реалізовано з використанням паттерну MVVM (Model-View-ViewModel) [14]. Як засоби для програмної реалізації Web-додатку були обрані: СУБД – MySQL [15, 16] і програмна частина – Microsoft Silverlight 5.0. Silverlight – програмна платформа, що включає у себе плагін для браузера, який дозволяє активізовувати додатки, що містять анімацію, векторну графіку і аудіо-відео ролики, що є характерним для RIA (веб-додатків з функціональністю традиційних настільних додатків), використовуючи при цьому потужну програмну платформу *.NET Framework [17, 18]. Web-додатки на базі Silverlight є високопродуктивними, кросбраузерними додатками, які використовують потужні засоби сучасних мов програмування *.NET [18–20]. В нашому випадку як мова програмної реалізації Web-додатку використовується мова програмування C# [21].

Шлюз для забезпечення зв'язку із базою даних являє собою php-Інтерфейс, що забезпечує генерацію запитів до БД і формування результатів запитів [22, 23]. Зв'язок Web-додатку і php-шлюзу здійснюється за http-протоколом. На підставі параметрів методу GET http-протоколу формуються відповідні запити до БД [23]. Результуючі вибірки серіалізуються у форматі *.JSON, для передачі у Web-додаток [16, 22]. При необхідності зберегти дані в БД, Web-додаток формує об'єкт у форматі *.JSON, в php-шлюзі відбувається десеріалізація об'єкта, отриманого методом POST http-протоколу, а також формування відповідних запитів до БД (REPLACE або UPDATE) [23]. Для забезпечення функціонування Web-додатку на стороні сервера необхідна наявність: Apache 2.3 і вище [24] або MS IIS 7.0 і вище [25]; PHP 7.2 і вище [26]; MySQL 7.1 і вище [15, 16]. На клієнтській машині потрібна наявність плагіна Microsoft Silverlight для браузера, інсталяцію якого необхідно підтвердити при першому зверненні до сервера Web-додатку.

Для отримання доступу до функцій Web-системи оцінювання рівня соціально-економічного розвитку потрібно пройти процедуру аутентифікації та вибрати мову діалога (роботу з Web-додатком можна здійснювати у двох режимах відображення інтерфейсу україномовному та англомовному), після чого у вікні браузера буде активізовано головне вікно додатку (рис. 4). Після успішної аутентифікації, в залежності від рівня доступу користувача до ресурсів системи, відкривається вікно програми з наданням відповідного доступу до елементів управління Web-додатку. Вибір регіону України здійснюється за допомогою інтерактивної карти. В даному додатку використовується інтерактивне графічне зображення регіонів України (інтерактивна карта). Це значить, що графічні зображення регіонів України є також елементами управління. Дана обставина вносить свою специфіку в технологію використання додатку.

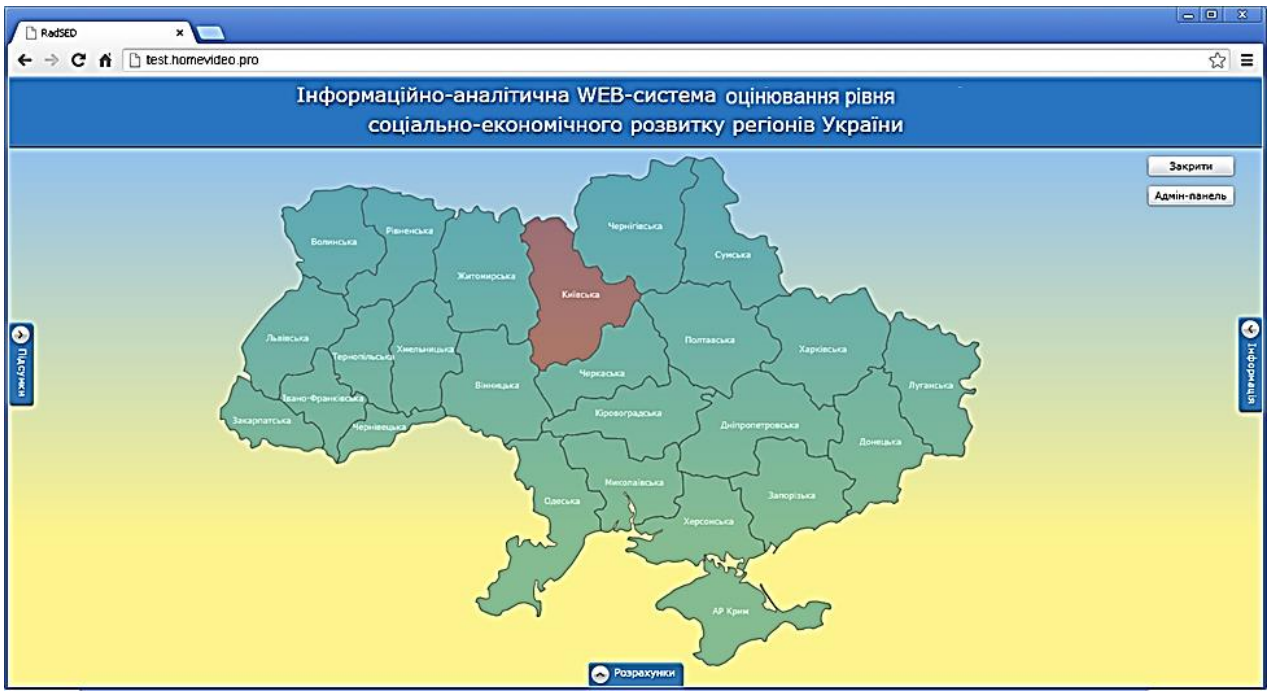

Рис. 4. Головне вікно Web-додатку оцінювання рівня соціально-економічного розвитку регіонів України

Виділення в діалоговому вікні додатку (рис. 4) будь-якої області України автоматично пов'язує всі подальші дії з цією областю. Інформаційне наповнення Web-системи оцінювання рівня соціально-економічного розвитку здійснюється в адмін-панелі додатку. Для введення і редагування значень показників соціально-економічного розвитку, що використовуються при розрахунках, потрібно в діалоговому вікні додатку активізувати модуль «Розрахунки» (рис. 5).

Для активізації розрахункової процедури, потрібно після введення і збереження значень показників у таблицю, натиснути кнопку «Розрахунки». Після чого в модулі «Розрахунки» з'являється додатковий пункт меню «Проміжні результати» (рис. 5). В меню «Проміжні результати» можна активізувати: матрицю показників, приведену до єдиної цільової функції; нормовану матрицю показників; матрицю попарних кореляцій показників; матрицю власних векторів і власні числа матриці попарних кореляцій показників; матрицю факторів; дисперсію факторів; матрицю кореляцій між показниками і факторами; вагу факторів отриману експертним оцінюванням. Можливість перегляду проміжних результатів розрахунку дозволяє проводити більш глибокий аналіз соціально-економічних процесів в регіоні, а також визначати найбільш важливі напрямки розвитку регіону. Перегляд результатів розрахунків інтегральних показників соціально-економічного розвитку (рис. 6) здійснюється за допомогою модуля «Підсумки» (рис. 5).

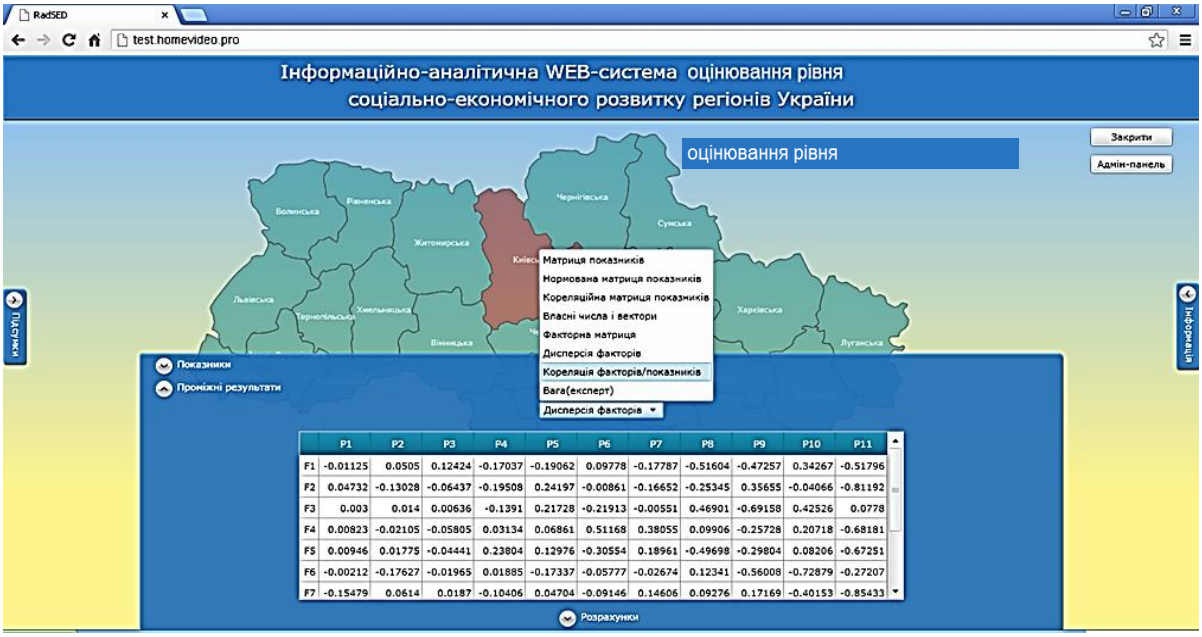

Рис. 5. Вікно Web-додатку для активації меню «Розрахунки»

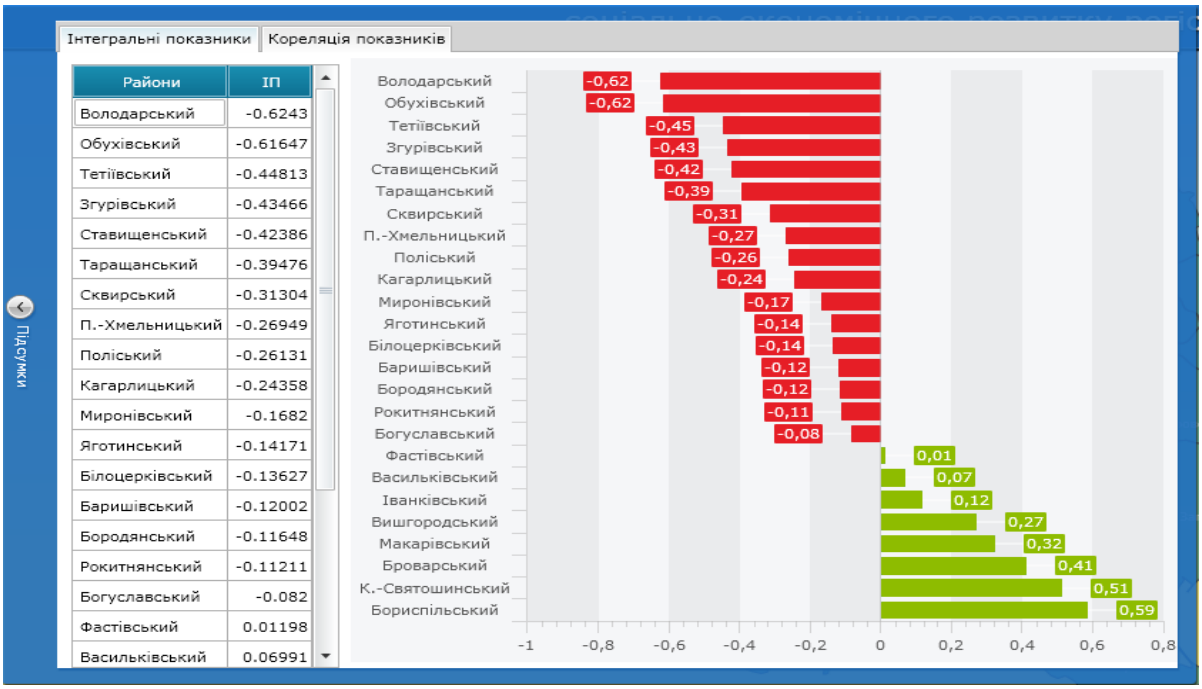

Рис. 6. Інтегральні показники соціально-економічного розвитку розраховані для районів Київської області

Модуль містить в собі дві вкладки – інтегральні показники (рис. 6) і кореляція показників (рис. 7). За допомогою діаграм зручно здійснювати аналіз впливу зміни значень одного показника на інші та на загальну соціально-економічну ситуацію в регіоні, встановлювати причини позитивних і негативних тенденцій в розвитку регіонів, визначати перелік найбільш важливих соціально-економічних показників на яких потрібно акцентувати увагу і навколо яких вибудовувати регіональні стратегії розвитку.

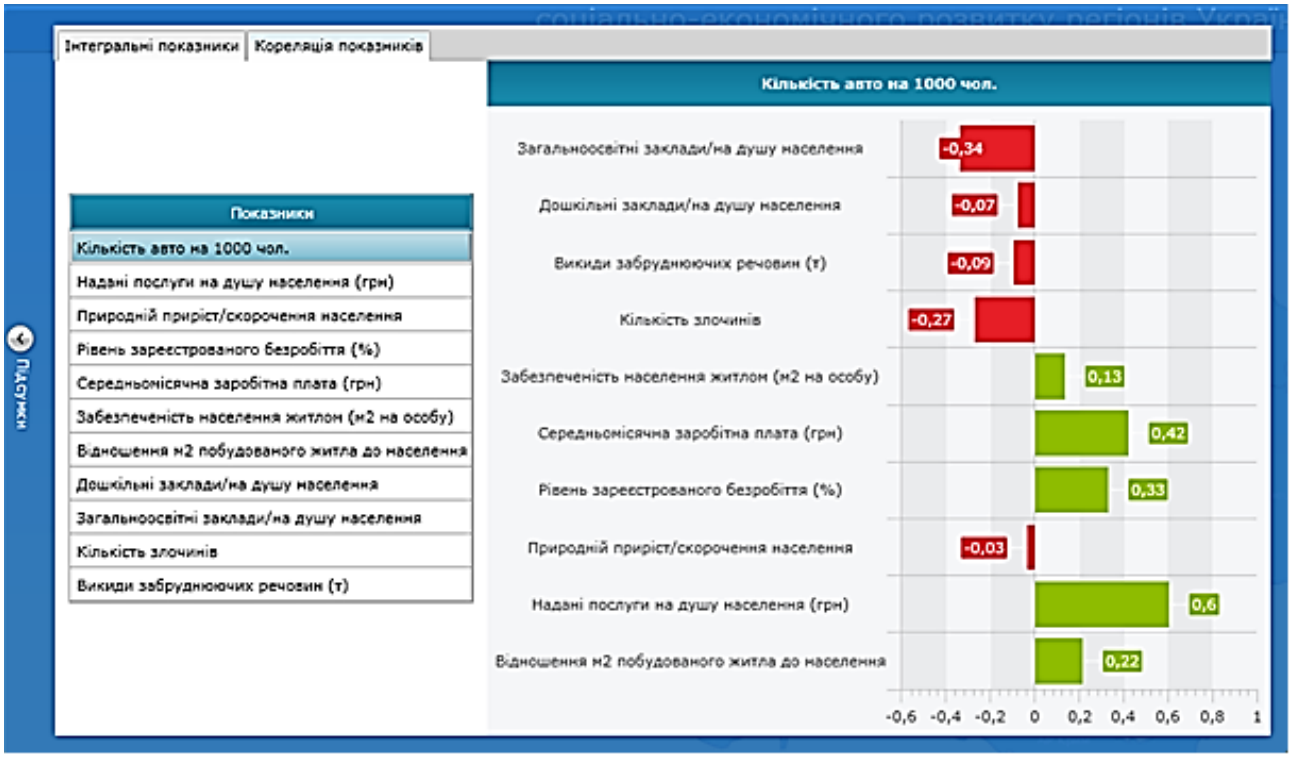

Рис. 7. Діаграма кореляційної залежності між показниками соціально-економічного розвитку

Варто зазначити, що всі розглянуті вище функції доступні в повному обсязі тільки в режимі роботи адміністратора. Для інших груп користувачів перелік цих функцій обмежений. Далі наводиться розподіл функцій управління для різних груп користувачів.

Базові функції, доступні для групи користувачів «*Звичайні користувачі*»:

– виділення регіону, отримання довідкової інформації про обраний регіон;

– перегляд даних про регіон – у таблиці «Показники» представлені дані соціально-економічного моніторингу за обраним регіоном;

– перегляд інтегральних показників і кореляційної матриці – у модулі «Підсумки» представлені розраховані дані інтегральних показників і матриці попарних кореляцій для нормованої матриці показників з відповідними діаграмами. На вкладці «Кореляція показників» при виборі запису в таблиці будується діаграма взаємних кореляцій показників.

Додаткові до функцій «*Звичайних користувачів*» функції для групи користувачів «*Редактори даних*»:

– редагування даних по регіонах. В таблицю «Показники» вносяться дані соціально-економічного моніторингу. Натискання на кнопку «Зберегти» дозволяє зберегти введені дані в БД;

– запуск розрахунків інтегральних показників. При натисканні на кнопку «Розрахувати» запускається процес розрахунків інтегральних показників для обраної області України. А також збереження результатів розрахунків у БД;

– у секції «Проміжні результати» доступні для перегляду дані таблиць і масивів: матриці показників, нормована матриці показників, матриця попарних кореляцій для нормованої матриці показників, таблиця власних векторів і чисел для матриці попарних кореляцій показників, факторна матриця, дисперсії факторів, матриця кореляцій між факторами і показниками.

Додаткові, у порівняння з функціями «*Звичайних користувачів*» та «*Редакторів даних*», функції для групи користувачів «*Адміністратори*»:

– редагування реєстраційних даних користувачів системи. У секції «Редагування користувачів» адміністратор Web-додатку має можливість додавати користувачів, редагувати дані користувачів, а також зберігати введену інформацію в БД. Обов'язковим полем для заповнення таблиці «Користувачі» є «E-mail», яке повинне бути унікальним у межах системи. «Пароль» може генеруватися автоматично при додаванні користувача в систему;

– редагування контенту Web-додатку. Весь контент Web-додатку може бути представлений на двох мовах: українській та англійській. Додавання і редагування назв і описів у секції «Редагування областей і

районів» представлено дві таблиці. У секції «Редагування найменувань показників» доступна відповідна таблиця, у якій можлива змінювати назви показників і їхні одиниці вимірювання. Доступ до секції «Редагування контенту», що надає можливість зміни контенту головної сторінки.

Висновки

Таким чином, розроблена і реалізована за допомогою сучасних програмних засобів та на основі експертно-статистичного методу Web-система оцінювання рівня соціально-економічного розвитку регіонів України проста у використанні, має інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, забезпечує інтерактивний діалог користувача системи в процесі її використання, здійснює розподіл рівнів доступу користувачів, не потребує спеціалізованої підготовки користувачів та значних витрат на її впровадження в систему регіонального управління та може легко модифікуватися в залежності від напрямку і завдань соціально-економічного моніторингу. На основі її використання зручно проводити аналіз рівня соціально-економічного розвитку регіонів, визначати динаміку змін інтегральних показників, встановлювати причини позитивних і негативних тенденцій в розвитку регіонів, визначати перелік найбільш важливих соціально-економічних показників, на яких потрібно акцентувати увагу і навколо яких вибудовувати регіональні стратегії розвитку.

Література

1. Szirmai A. Socio-economic development. 2nd ed. Cambridge: Cambridge University Press. 2015. 794 p.
2. Endovitsky D., Popkova E. Management of changes in socio-economic systems. New York: Springer International Publishing, 2018. 177 p.
3. International development: socio-economic perspectives. ed. E. Swinton. New York: Clanrye International. 2019. 206 p.
4. Pursky O.I., Grynyuk B.V., Shestopal D.A. Planning of advertising costs and vendor number at e-trade market. *Actual Problems of Economics*. 2016. Vol. 177, N 3. P. 407–413.
5. Hoeft R. Mathematical statistics for economics and business. New York: Springer-Verlag New York. 2013. 755 p.
6. Theodore W. An introduction to multivariate statistical analysis. 3rd ed. Boston: Wiley-Interscience. 2003. 752 p.
7. Tacq J. Multivariate analysis techniques in social science research: from problem to analysis. 1st ed. Thousand Oaks: SAGE Publications Inc. 1997. 432 p.
8. Бешелев С.Д., Гурвич Ф.Г. Математико-статистические методы экспертных оценок. Изд. 2-е, испр. и доп. Москва: Статистика. 1980. 263 с.
9. Goldstein H., Lewis T. Assessment: problems, developments and statistical issues. 1st ed. Boston: Wiley-Blackwell. 1996. 286 p.
10. Жуковская В.М., Мучник И.Б. Факторный анализ в социально-экономических исследованиях. Москва: Статистика. 1976. 152 с.
11. Dunteman G.H. Principal components analysis (quantitative applications in the social sciences). 1st ed. Thousand Oaks: SAGE Publications Inc. 1989. 96 p.
12. Jolliffe I.T. Principal component analysis (Springer series in statistics). 2nd ed. New York: Springer. 2002. 488 p.
13. Pursky O., Dubovyk T., Gamova I., Buchatska I. Computation algorithm for integral indicator of socio-economic development. *CEUR Workshop Proceedings*. 2019. Vol. 2393. P. 919–934.
14. Vanus J., Belesova J., Martinek R., Bilik P., Zidek J., Koval L. Development of software tool for operational and technical functions control in the smart home with KNX technology. *IFAC-Papers OnLine*. Vol. 49, N 25. 2016. P. 431–436.
15. Assaf W., West R., Aelterman S., Curnutt M. SQL server 2017 administration inside out. 1st ed. New York: Microsoft Press, 2018. 704 p.
16. Kromann F. Beginning PHP and MySQL: from novice to professional. 5th ed. New York: Apress. 2018. 875 p.
17. Mueller J. Microsoft ADO.NET Entity Framework step by step. California: O'Reilly Media. 2013. 448 p.
18. Frimen A. Pro ASP.NET MVC 5. 5th ed. New York: Apress. 2013. 832 p.
19. Jennings R. Professional ADO.NET 3.5 with LINQ and the Entity Framework. 1st ed. Birmingham: Wrox. 2009. 672 p.
20. Chadwick J., Snyder T., Panda H. Programming ASP.NET MVC 4. Developing real-world Web applications with ASP.NET MVC. California: O'Reilly Media. 2012. 490 p.
21. McDonald M. Pro WPF in C# 2010: Windows presentation foundation in NET 4. 3rd ed. New York: Apress. 2010. 1216 p.
22. Nielsen P., Delaney K., Machanic A., Tripp K., Randal P., Low G. SQL Server MVP deep dives. 1st ed. New York: Manning Publications. 2009. 849 p.
23. Forta B. MySQL crash course. 1st ed. Indianapolis: Sams Publishing. 2005. 336 p.
24. Ford A. Apache 2 pocket reference: for apache programmers & administrators. 1st ed. Sebastopol CA: O'Reilly Media. 2008. 208 p.
25. Stanek W. Web server administration: the personal trainer for IIS 7.0 & IIS 7.5. Hillside, IL: Stanek & Associates. 2014. 376 p.
26. Ullman L. PHP and MySQL for dynamic Web sites: visual quickpro guide. 5th ed. San Francisco: Peachpit Press. 2017. 704 p.

References

1. Szirmai A. Socio-economic development. 2nd ed. Cambridge: Cambridge University Press. 2015. 794 p.
2. Endovitsky D., Popkova E. Management of changes in socio-economic systems. New York: Springer International Publishing, 2018. 177 p.
3. International development: socio-economic perspectives. ed. E. Swinton. New York: Clanrye International. 2019. 206 p.
4. Pursky O.I., Grynyuk B.V., Shestopal D.A. Planning of advertising costs and vendor number at e-trade market. Actual Problems of Economics. 2016. Vol. 177, N 3. P. 407–413.
5. Hoeft R. Mathematical statistics for economics and business. New York: Springer-Verlag New York. 2013. 755 p.
6. Theodore W. An introduction to multivariate statistical analysis. 3rd ed. Boston: Wiley-Interscience. 2003. 752 p.
7. Tacq J. Multivariate analysis techniques in social science research: from problem to analysis. 1st ed. Thousand Oaks: SAGE Publications Inc. 1997. 432 p.
8. Бешелев С.Д., Гурвич Ф.Г. Математико-статистические методы экспертных оценок. Изд. 2-е, испр. и доп. Москва: Статистика. 1980. 263 с.
9. Goldstein H., Lewis T. Assessment: problems, developments and statistical issues. 1st ed. Boston: Wiley-Blackwell. 1996. 286 p.
10. Жуковская В.М., Мучник И.Б. Факторный анализ в социально-экономических исследованиях. Москва: Статистика. 1976. 152 с.

11. Dunteman G.H. Principal components analysis (quantitative applications in the social sciences). 1st ed. Thousand Oaks: SAGE Publications Inc. 1989. 96 p.
12. Jolliffe I.T. Principal component analysis (Springer series in statistics). 2nd ed. New York: Springer. 2002. 488 p.
13. Pursky O., Dubovyk T., Gamova I., Buchatska I. Computation algorithm for integral indicator of socio-economic development. CEUR Workshop Proceedings. 2019. Vol. 2393. P. 919–934.
14. Vanus J., Belesova J., Martinek R., Bilik P., Zidek J., Koval L. Development of software tool for operational and technical functions control in the smart home with KNX technology. IFAC-Papers OnLine. Vol. 49, N 25. 2016. P. 431–436.
15. Assaf W., West R., Aelterman S., Curnutt M. SQL server 2017 administration inside out. 1st ed. New York: Microsoft Press, 2018. 704 p.
16. Kromann F. Beginning PHP and MySQL: from novice to professional. 5th ed. New York: Apress. 2018. 875 p.
17. Mueller J. Microsoft ADO.NET Entity Framework step by step. California: O'Reilly Media. 2013. 448 p.
18. Frimen A. Pro ASP.NET MVC 5. 5th ed. New York: Apress. 2013. 832 p.
19. Jennings R. Professional ADO.NET 3.5 with LINQ and the Entity Framework. 1st ed. Birmingham: Wrox. 2009. 672 p.
20. Chadwick J., Snyder T., Panda H. Programming ASP.NET MVC 4. Developing real-world Web applications with ASP.NET MVC. California: O'Reilly Media. 2012. 490 p.
21. McDonald M. Pro WPF in C# 2010: Windows presentation foundation in NET 4. 3rd ed. New York: Apress. 2010. 1216 p.
22. Nielsen P., Delaney K., Machanic A., Tripp K., Randal P., Low G. SQL Server MVP deep dives. 1st ed. New York: Manning Publications. 2009. 849 p.
23. Forta B. MySQL crash course. 1st ed. Indianapolis: Sams Publishing. 2005. 336 p.
24. Ford A. Apache 2 pocket reference: for apache programmers & administrators. 1st ed. Sebastopol CA: O'Reilly Media. 2008. 208 p.
25. Stanek W. Web server administration: the personal trainer for IIS 7.0 & IIS 7.5. Hillside, IL: Stanek & Associates. 2014. 376 p.
26. Ullman L. PHP and MySQL for dynamic Web sites: visual quickpro guide. 5th ed. San Francisco: Peachpit Press. 2017. 704 p.

Одержано 02.03.2020

Про авторів:

Пурський Олег Іванович,
доктор фізико-математичних наук, професор,
завідувач кафедри комп'ютерних наук та інформаційних систем.
Кількість наукових публікацій в українських виданнях – 200,
індекс Хірша – 6,
https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6507463199),
http://orcid.org/0000-0002-1230-0305,

Мельник Тетяна Миколаївна,
доктор економічних наук, професор,
завідувач кафедри міжнародного менеджменту.
Кількість наукових публікацій в українських виданнях – 150,
індекс Хірша – 1,
https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56572590500,
http://orcid.org/0000-0002-3839-6018,

Харченко Олександр Анатолійович,
кандидат технічних наук, доцент,
декан факультету інформаційних технологій
Кількість наукових публікацій в українських виданнях – 35,
http://orcid.org/0000-0002-9255-9287,

Гамалій Володимир Федорович,
доктор фізико-математичних наук, професор,
професор кафедри цифрової економіки та системного аналізу
Кількість наукових публікацій в українських виданнях – 200,
індекс Хірша – 2,
https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57208314349,
http://orcid.org/0000-0001-7544-7470.

***Місце роботи авторів*:**

Київський національний торговельно-економічний університет,
02156, м. Київ, Україна.
Тел.: 044-513-33-48.
E-mail: knute@knute.edu.ua,
pursky_o@ukr.net