

УДК 004.94:519.816

В. В. Колодний, Д. О. Зелінська, В. А. Гірдвайніс

ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ КОЛЕКТИВНОГО ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ З ВИБОРОМ ІНДИВІДУАЛЬНИХ ІНСТРУМЕНТІВ ОЦІНЮВАННЯ АЛЬТЕРНАТИВ

Вінницький національний технічний університет, Вінниця

Анотація. У роботі розроблено інформаційну технологію, що заснована на впровадженні, проведенні та обробці експертних оцінювань та колективних опитувань. Описано основні етапи та задачі дослідження, приведено етапи прототипування застосунок на концептуальному рівні та рівні дизайну. Обґрунтовано вибір архітектурного шаблону проектування програмного продукту. Розподіл ролей між користувачами здійснено шляхом дослідження потреб цільової аудиторії програми та засобами UML-моделювання. В дослідженні показано поетапну розробку основних алгоритмів експертного оцінювання та колективного опитування. Ретельно вивчено питання вибору експертами найбільш привабливого методу оцінювання альтернатив, що впроваджується шляхом покрокової розробки та додавання методів у застосунок. База даних, створена в процесі роботи, відповідає усім сучасним стандартам баз даних та має підвищений захист завдяки її розміщенню на хостингу. Описано процедуру проектування та апробації окремих модулів візуалізації результатів розрахунків, розроблено нові якісні шкали для некрітеріального та критеріального оцінювання альтернатив. Застосунок протестовано із залученням достатньої кількості користувачів та підтверджено його ефективність та інноваційність. Обчислено середнє значення юзабіліті додатку з використанням сучасної інтегрованої метрики оцінювання. Створену інформаційну технологію можна використовувати як ефективний засіб проведення широкомасштабних оцінювань з професійно важливих питань на будь-яких рівнях.

Ключові слова: інформаційна технологія, експертні оцінювання, колективні опитування, альтернатива.

Анотация. В работе разработана информационная технология, основанная на внедрении, проведении и обработке экспертных оценок и коллективных опросов. Описаны основные этапы и задачи исследования, приведены этапы прототипирования приложений на концептуальном уровне и уровне дизайна. Обоснован выбор архитектурного шаблона проектирования программного продукта. Распределение ролей между пользователями осуществлено путем исследования потребностей целевой аудитории программы и средствами UML-моделирования. В исследовании показано поэтапную разработку основных алгоритмов экспертного оценивания и коллективного опроса. Тщательно изучены вопросы выбора экспертами наиболее привлекательного метода оценки альтернатив, внедряются путем пошаговой разработки и добавления методов в приложение. База данных, созданная в процессе работы, отвечает всем современным стандартам баз данных и имеет повышенную защиту благодаря ее размещению на хостинге. Описана процедура проектирования и апробации отдельных модулей визуализации результатов расчетов, разработаны новые качественные шкалы для некритериального и критериального оценивания альтернатив. Приложение протестировано с привлечением достаточного количества пользователей и признана его эффективность и инновационность. Вычислено среднее значение юзабилити приложения с использованием современной интегрированной метрики оценивания. Созданную информационную технологию можно использовать как эффективное средство проведения широкомасштабных оценок по профессионально важным вопросам на различных уровнях.

Ключевые слова: информационная технология, экспертные оценивания, коллективные опросы, альтернатива.

Abstract. The paper develops information technology based on the implementation, conduct and processing of expert assessments and collective surveys. The main stages and tasks of the research are described, the stages of prototyping the application at the conceptual level and design level are represented. The choice of an architectural template for software product design is substantiated. The distribution of roles between users is carried out by studying the needs of the target audience of the program and UML-modeling tools. The study shows the gradual development of basic algorithms for expert evaluation and collective survey. The issue of choosing by experts the most attractive method of evaluating alternatives, which is implemented by step-by-step development and adding methods to the application, has been carefully studied. The database created in the process of work meets all modern standards of databases and has increased protection due to its placement on the hosting. The procedure of designing and approbation of separate modules of visualization of results of calculations is described, new qualitative scales for non-criteria and criterion estimation of alternatives are developed. The application has been tested with the involvement of a sufficient number of users and its effectiveness and innovation have been confirmed. The average value of the usability of the application is calculated using modern integrated evaluation metrics. The created information technology can be used as an effective means of conducting large-scale assessments on professionally important issues at any level.

Keywords: information technology, expert evaluations, collective surveys, alternative.

DOI: <https://doi.org/10.31649/1999-9941-2021-50-1-22-30>.

Вступ

Різноманітні опитування як метод збору інформації все частіше застосовуються в соціології, політології, психології, маркетингу, кваліметрії та інших галузях. Питання мають бути простими, лаконічними та зрозумілими для більшості респондентів-непрофесіоналів, а відповіді – належати невеликій множині значень на вербальних шкалах. Колективні опитування часто використовуються для «вимірювання» громадських думок.

Експертні оцінювання (на відміну від опитувань) передбачають обов'язкову високу фахову компетентність експертів, а об'єкти оцінювання (альтернативи) можуть бути досить складними і оцінюватися як цілісно, так і з допомогою різноманітних критеріїв і багатовимірних шкал. Цілком природно, що від експертних оцінювань вимагається набагато більша точність, ніж від колективних опитувань.

Традиційно вважається, що експерти під час оцінювань мають користуватися єдиними правилами прийняття рішень в однаково структурованих індивідуальних задачах (фіксована кількість і назва критеріїв, фіксовані шкали для вербальних оцінок або числового вимірювання, фіксовані значення вагових коефіцієнтів, єдиний обраний метод розв'язання багатокритеріальних задач тощо). Насправді в реально-

му житті досить рідко виникає така однорідність думок експертів щодо структуризації та формалізації власних індивідуальних задач прийняття рішень, навіть при невеликій їх кількості [1].

Наприклад, при проведенні певної експертизи один з експертів може віддавати перевагу методу аналізу ієрархій, другий – лінійній згортці п'ятьох критеріїв, а третій – мультиплікативній згортці двох критеріїв. Четвертий експерт хотів би попарно порівнювати всі альтернативи, а п'ятий експерт-інтуїтивіст взагалі не хоче використовувати ніяких критеріїв і порівнянь, але в змозі безпосередньо виконати результуюче гештальт-ранжування [2] всіх альтернатив при їх некрітеріальному оцінюванні [3]. Навіть при однакових (погоджених) критеріях різні експерти досить часто по різному оцінюють їхню відносну вагу, тобто значення коефіцієнтів важливості критеріїв.

Перед системним аналітиком (керівником експертної групи) у випадках структурно-неоднорідних індивідуальних задач постає складне завдання: врахувати думки всіх експертів, не примушуючи їх працювати в когнітивно-дискомфортних уніфікованих умовах однорідних задач індивідуального прийняття рішень [1].

Актуальність

В теперішній час суцільної діджиталізації всіх сфер життя з'являється багато нових інформаційних технологій, але існує відчутна потреба в універсальних, надійних, зручних, точних інструментах для отримання та агрегування індивідуальних думок при колективних опитуваннях і експертних оцінюваннях. В цій статті описуються можливі підходи до вирішення цієї актуальної проблеми та відповідна розроблена авторами інформаційна технологія [4, 5, 6, 7]. Необхідність розробки даної методології обумовлена такими перевагами порівняно з традиційними аналогами: підвищення когнітивного комфорту експертів шляхом якісної візуалізації, потужний математичний інструментарій, що дозволяє досягти точності результатів та досягнення максимальної об'єктивності експертних оцінювань шляхом проектування якісного графічного інтерфейсу технології.

Мета

Метою створення даної інформаційної технології є підвищення ефективності, зручності і наочності процедур проведення колективних опитувань та експертних оцінювань, точності і достовірності відповідей експертів та коректне агрегування індивідуальних оцінок в загальну експертну оцінку.

Задачі

Основною задачею було створення ефективної, надійної, зручної, універсальної інформаційної технології для проведення колективних опитувань та експертних оцінювань з можливістю одночасного користування програмним застосунком з розподілом ролей в ньому (експерт, адміністратор та гість).

Додатковими задачами є:

- забезпечення можливості індивідуального вибору експертами найбільш привабливого для них методу оцінювання альтернатив;
- забезпечення відкритості бази даних для створення інформаційного банку методів експертних оцінювань та можливості його поповнення новими методами;
- розробка нових зручних та наочних візуальних, візуально-вербальних і візуально-числових шкал.

Формування списку вимог до програмного продукту

В ході аналізу архітектурних шаблонів, було вирішено розробити новітню комбіновану модель архітектури застосунку на основі базових моделей «клієнт-сервер» та «інтерпретатор». Поєднання переваг даних архітектур дозволяє отримати сучасне продуктивне рішення з класичним підходом до обміну даними, що забезпечує надійність, та водночас з надзвичайно гнучким інтерфейсом користувача.

Після вибору архітектури додатку в ході дослідження важливим є формування списку вимог на технічне завдання. Вимоги формуються згідно з потребами кінцевих користувачів продукту, таким чином, необхідно врахувати вимоги одразу трьох категорій (аудиторій споживання): адміністраторів, що будуть створювати та керувати експертними оцінюваннями, експертів, що будуть брати участь безпосередньо у процедурі експертних оцінювань та гостей, які можуть мати як професійний, так і зовсім незначний ступінь обізнаності у предметній області. Отже, є актуальним наступний список вимог до розробки:

1. Можливість перегляду результатів експертних оцінювань та колективних опитувань без реєстрації.
2. Забезпечення інтернаціоналізації програмного продукту.
3. Візуалізація результатів експертних оцінювань та колективних опитувань.
4. Впровадження підтримки створення нових алгоритмів та нових методів обробки результатів експертних оцінювань та колективних опитувань.
5. Захист від некоректного введення даних користувачем.
6. Забезпечення захисту та відновлення даних.

7. Система повинна коректно реагувати на навантаження великим потоком запитів на сервер одночасно. У загальному випадку час відгуку програми не повинен перевищувати 5 секунд, дане значення є граничним показником, при якому продукт вважається невиконаним для використання.

8. Інтерфейс користувача повинен бути user-friendly та гнучким.

Розподіл ролей користувачів у системі

Повноцінними ролями користувача у системі є адміністратор та експерт, адже вони здійснюють вхід до системи за допомогою звичайної аутентифікації. Гість же має можливість переглянути всі результати експертних оцінювань, не здійснюючи входу.

Адаптація програмного продукту під кожного з видів користувачів потребує комплексного підходу, і є надзвичайно важливим застосування прототипування на даному етапі. Для цього необхідно скористатись UML-моделюванням, а саме створити діаграму прецедентів, на якій буде відображено усі можливі ролі користувачів та дії, які вони можуть виконувати (рис. 1).

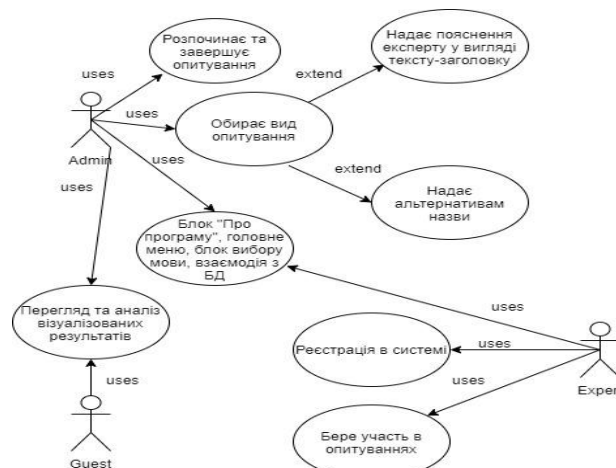


Рисунок 1 – Спрощена діаграма прецедентів інформаційної технології

При схематичному зображенні розподілу ролей на діаграмі, потрібно одразу втілити певні концепції у макети розробки, здійснені вже безпосередньо у програмному середовищі, проте ще без прив'язки до протоколів, логіки баз даних та інших властивостей кінцевого продукту. Макети зроблені з використанням технології Windows Presentation Foundation, що надає широкі можливості для експериментів з графічним інтерфейсом користувача та створення унікального оформлення застосунку в цілому.

Підвищення об'єктивності експертних оцінювань

Реалізація об'єктивності експертних оцінювань є важливою задачею даної розробки, адже у більшості сучасних аналогів розробники не звертають уваги на дану особливість програмних продуктів.

Як показує статистика, при проведенні політичних виборів кандидат, що має перше місце у бюлетені, отримує на 3-5% більше голосів за умови однакової популярності з іншими кандидатами. І це лише один з багатьох прикладів, адже подібні випадки трапляються і на основі певних психологічних факторів експерта, його уподобань у візуальному, аудіальному, сенсорному чи будь-яких інших аспектах.

Під час проектування даної інформаційної технології було створено вербально-візуальний метод для проведення і обробки колективних опитувань під умовною назвою – «розширений світлофор», де п'ять кольорів від насичено-червоного до насичено-зеленого відповідають п'яти оцінкам від «дуже погано» до «дуже добре» (назви оцінок можуть варіюватись). Були витримані основні психологічно коректні умови розміщення варіантів відповідей на екрані для максимізації об'єктивності під час проведення експертного оцінювання – всі варіанти оцінок розміщені горизонтально, з однаковим вирівнюванням кнопок та тексту, однаковим шрифтом та іншими важливими вимогами. Під час вибору певної відповіді, дана кнопка підсвічується і помічається рамкою для вказування на неї (рис. 2).

Застосування методу попарних порівнянь при проведенні колективних експертних оцінювань

В ході проектування програмного продукту з колективного експертного оцінювання, було вирішено застосовувати метод попарних порівнянь усіх альтернатив між собою з використанням нової наочної візуальної дискретної шкали. Користувач обирає на шкалі необхідну оцінку від 1 до 9 (інтуїтивно та візуально, цифри на шкалі не відмічено для запобігання суб'єктивізму та відволікання уваги від процедури оцінювання). Програмний модуль обраховує на сервері після завершення колективного оцінювання інтегральну оцінку та зводить всі значення такого оцінювання у таблиці.

Розроблена візуальна шкала інтегрувала в себе багато переваг різних шкал оцінювання і була створена з врахуванням найсучасніших методик. На першому етапі створення шкали було визначено цілі вимірювання, вибір її розмірності та конструкту. Було обрано дискретну дев'ятизначну шкалу з ціною поділки один бал та візуально її адаптовано під потреби користувача з налаштуванням інтуїтивного вибору будь-якого значення.

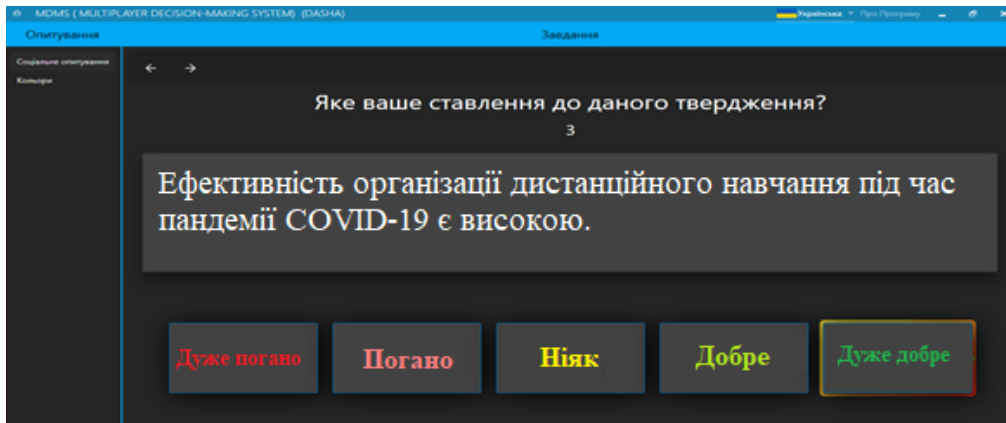


Рисунок 2 – Застосування вербально-візуального методу «розширений світлофор»

Другий етап розробки шкалювання потребує експертне обґрунтування якості новоствореної шкали. Отже, візуальна шкала експертного оцінювання має наступні переваги: об'єктивність оцінювання шляхом уникнення текстових підказок і однакового вигляду шкали на всьому відрізку; проте водночас при тривалому натисненні мишкою на певне місце шкали можна побачити цифрову підказку; попарне порівняння реалізоване шляхом розміщення альтернатив по обидві сторони від шкали, що надає можливість якісно оцінити їх цифрове відношення між собою; адміністратор може визначати порядок формування пар для підвищення об'єктивності оцінювання шляхом їх покрокового додавання. Третім етапом експериментального шкалювання, як і у інших галузях, являється апробація та емпіричний аналіз якості розробки, зокрема і підвищення надійності і валідності шкали. Апробація була здійснена випускниками спеціальності «Комп'ютерні науки та інформаційні технології» на тематику попарного порівняння чотирьох фахових дисциплін по рівню застосування в програмістській діяльності між собою. Задля забезпечення максимально чесних відповідей та збереження анонімності учасникам надано можливість реєструватися за ніками, а не реальними іменами. Колективна апробація експертного оцінювання «Дисципліни КН» показала достатній рівень новизни та зручності даного модуля застосунку, а саме якісну організацію процедури шкалювання. Таким чином, на останньому етапі здійснено підтвердження якості новоствореної шкали шляхом емпіричного дослідження (рис. 3-4).

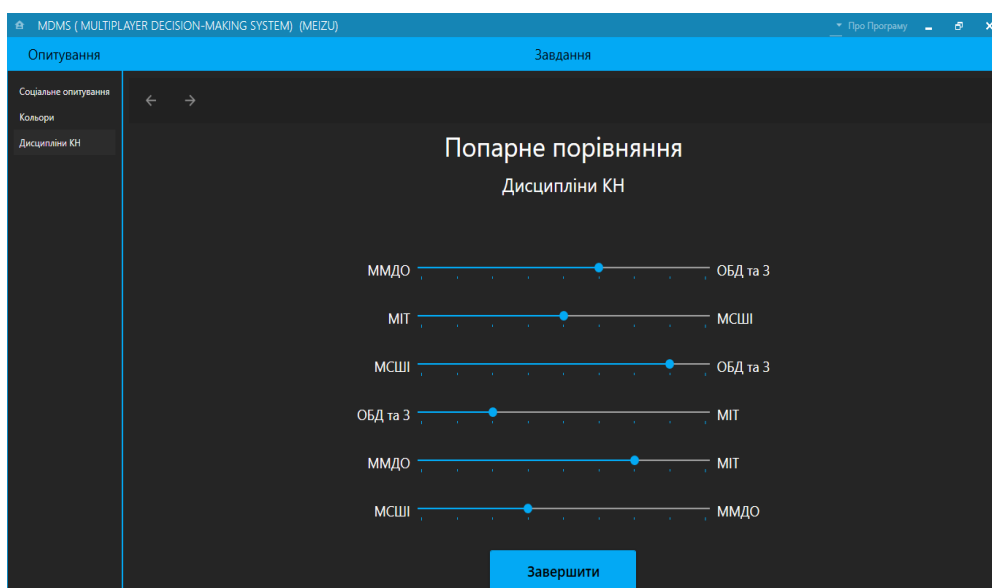


Рисунок 3 – Проведення експертного оцінювання «Дисципліни КН»

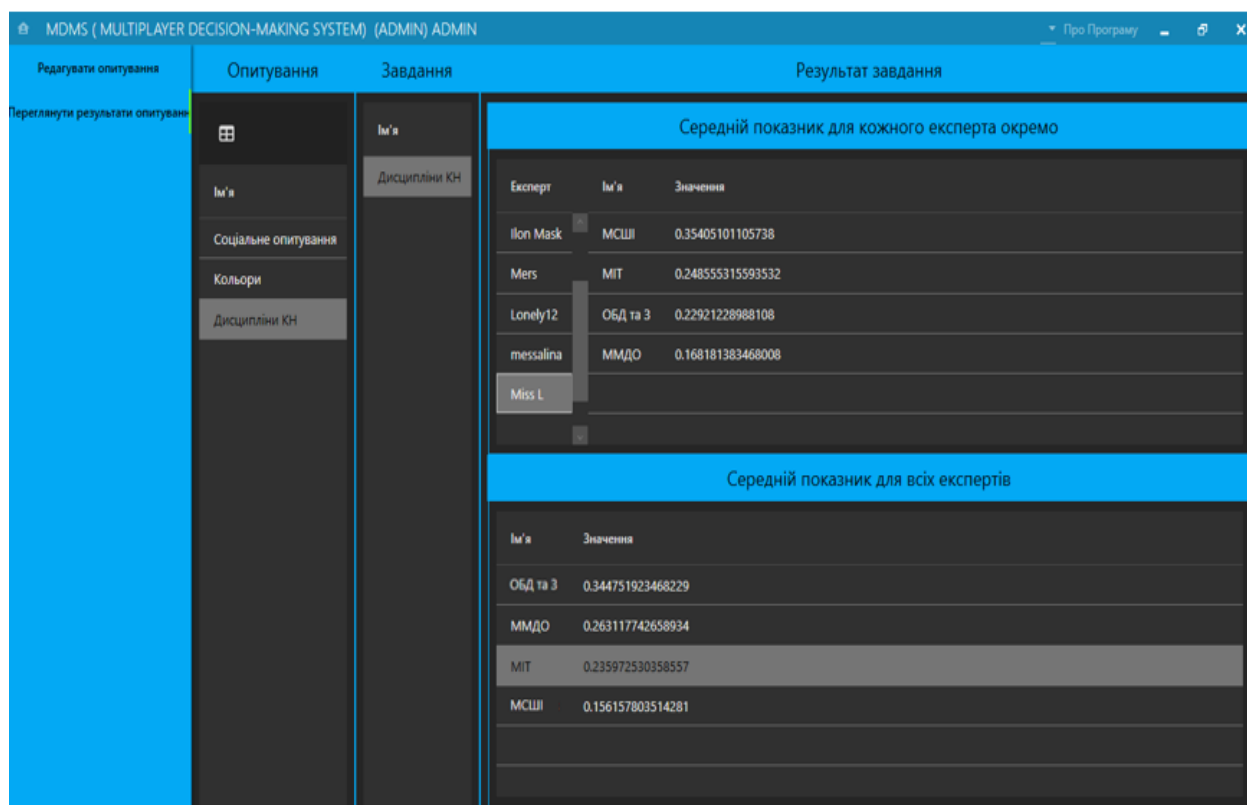


Рисунок 4– Виведення результатів обрахунку експертного оцінювання «Дисципліни КН»

Алгоритм чисельних розрахунків інтегральної оцінки кожної альтернативи, отриманої в результаті колективного експертного оцінювання, базується на аналітичній ієрархічній процедурі Сааті [8]. Відмічені на шкалі оцінки однієї альтернативи відносно іншої трансформуються у чисельні значення, що записують у квадратну матрицю розмірністю $n \times n$, n – загальна кількість усіх альтернатив. На діагоналі матриці усі значення позначаються автоматично як 1, оскільки саме таке значення має альтернатива відносно себе. На наступному етапі проводяться розрахунки власних векторів матриці попарних порівнянь, на основі яких і знаходиться інтегральна оцінка кожної альтернативи.

Створення бази даних для інформаційної технології колективного експертного оцінювання

База даних для системи колективних експертних оцінювань повинна бути гнучкою та пристосованою для можливих змін, адже з часом буде додаватись все більше нових методів оцінювання. Для її побудови найкраще підходить технологія Entity Framework, що комбінується з мовою запитів MySQL та синтаксисом запитів T-SQL. Entity Framework інтегрується з мовою програмування C# та відіграє роль перетворювача коду C# в набір SQL-інструкцій. Після завершення проектування бази даних її необхідно розмістити на безкоштовному хостингу для запобігання втрати даних та для їх розміщення на віртуальному сервері.

Існує три найвідоміших підходи проектування БД за допомогою Entity Framework: Database-First (спочатку створено БД, потім згенеровано її EDMX-модель), Model-First (спочатку створено EDMX-модель, потім на її основі згенеровано БД) та Code-First (налагодження класів БД вручну без використання графічної моделі). Застосуємо підхід проектування Model-First, оскільки додаток передбачається з доволі складною структурою, і тому даний метод буде найзручнішим. На рисунку 5 зображена EDMX-модель бази даних програмного продукту, яку в майбутньому можна змінити та доповнити.

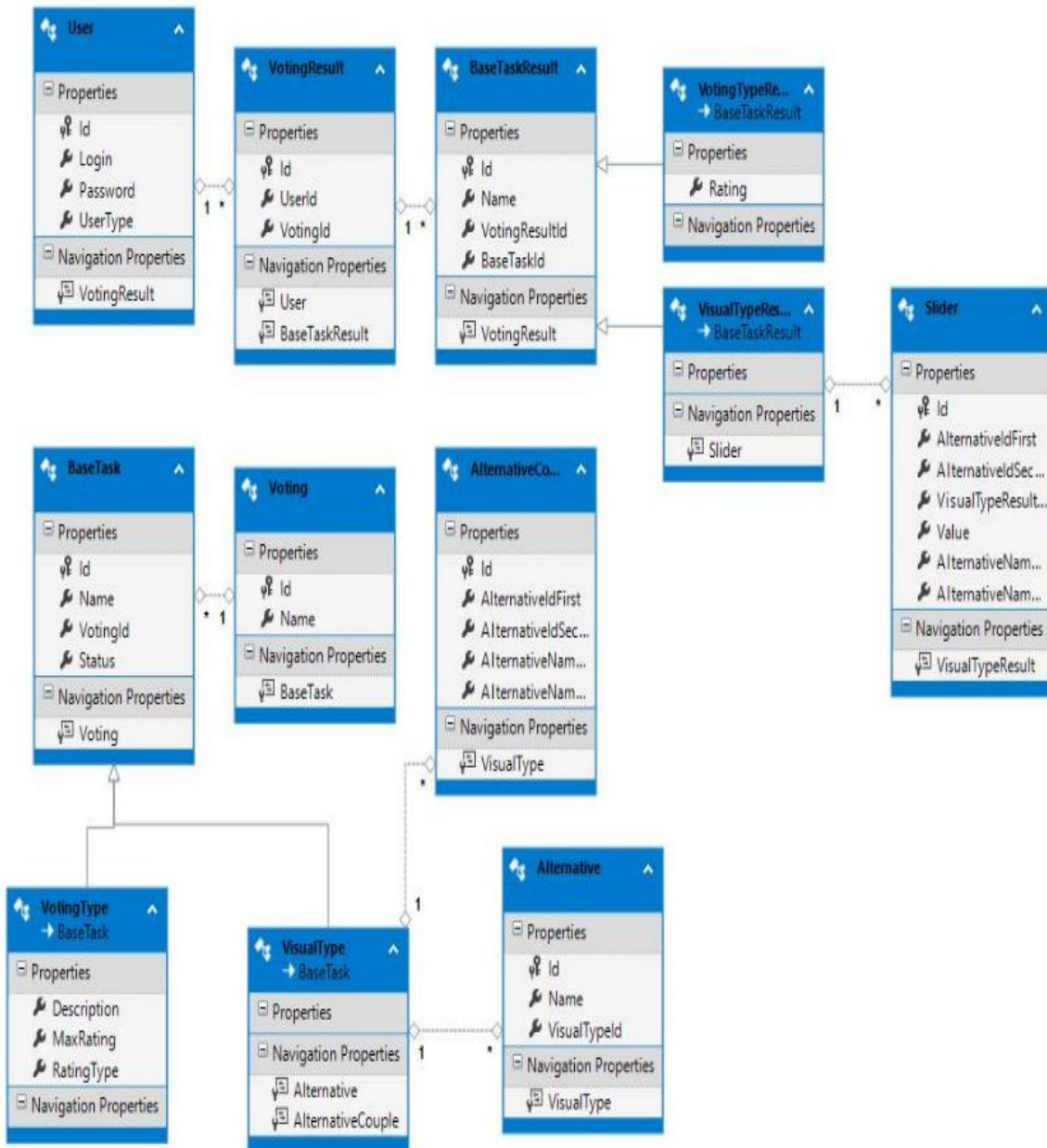


Рисунок 5 – EDMX-модель бази даних програмного продукту

Тестування модуля колективного опитування розробленої інформаційної технології

Для модуля колективного опитування даної інформаційної технології було проведено тестування за умов наявних 10 альтернатив та 50 експертів. Опитування проводилося щодо відношення студентів-програмістів до шкільних предметів. Експерти скористались системою одночасно з різних пристроїв, час відгуку програми був не менше 5 секунд. На рисунку 6 зображено фрагмент результатів, отриманих в ході тестування, що підтвердило високий рівень адаптації програмного продукту.

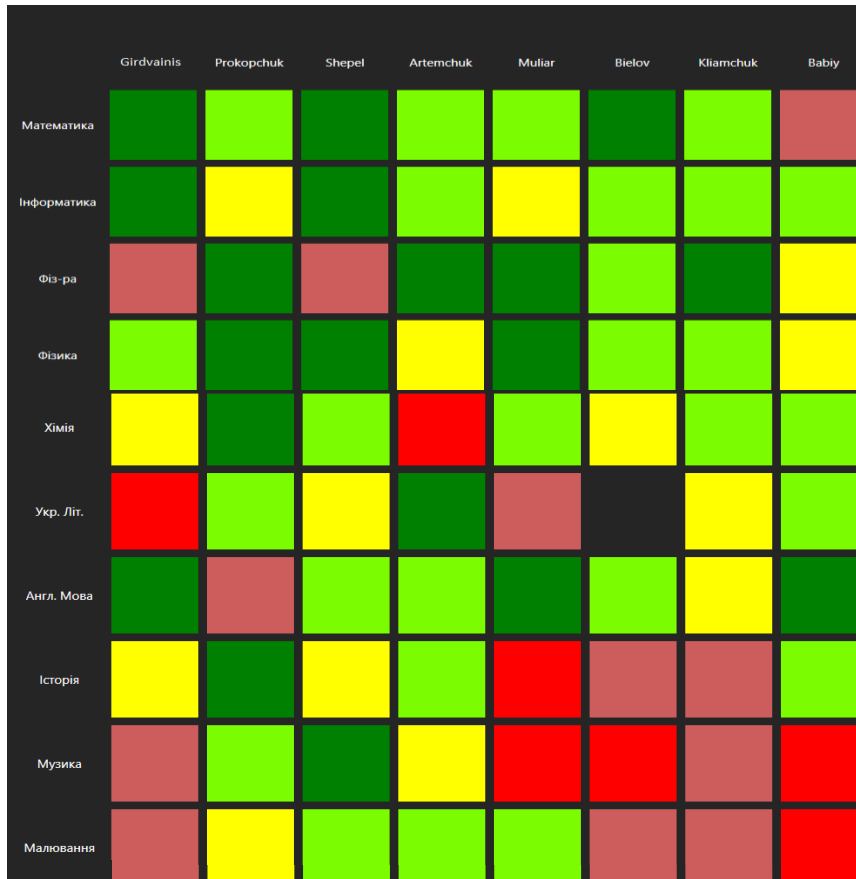


Рисунок 6 – Фрагмент колективного опитування щодо відношення студентів-програмістів до шкільних предметів

Обчислення показників юзабіліті інформаційної технології

Для отримання ще одного уявлення щодо загальної зручності інтерфейсу та привабливості застосування не буде зайвим провести дослідження його юзабіліті. Оцінка юзабіліті дає можливість визначити наскільки продукт може бути використовуваним, зрозумілим та цікавим для його аудиторії.

На сьогоднішній день існує не так багато метрик виміру оцінки юзабіліті програмних додатків, найвідомішою з яких є метрика Single Usability Metrics (SUM), розроблена аналітиком Джефом Соро [9]. Ідея даного методу полягає у зведенні усіх відомих метрик юзабіліті в оцінку інтегральної якості.

Причому час, витрачений на завдання, вимірюють в секундах, помилки рахують кількісно (поштучно), завершеність завдання містить бінарний показник (0 або 1), а усереднене значення задовільненості вимірюється в балах Лікерта (градація від 1 до 5).

Соро пропонує звести всі ці показники в однорозмірну шкалу, реалізуючи підхід Z-оцінювання. Формула Z-оцінювання має стандартизований вигляд:

$$Z(x) = \frac{x - \mu}{\sigma},$$

де μ — середнє значення, σ — стандартне відхилення, а x — елемент вибірки.

Було проведено опитування 10 користувачів даної програми за чотирма метриками, представленими вище, та вирівнюємо дані показники за формулою Z-оцінювання.

Далі необхідно провести зведення за методикою Z-оцінювання та розрахувати усереднені показники за метрикою SUM, скориставшись формулою

$$SUM = \frac{SM_{comp} + SM_{sat} + SM_{time} + SM_{gr}}{4}.$$

У таблиці 1 можна побачити результати обчислень за метрикою SUM.

Таблиця 1 – Результати обчислень за метрикою SUM

| User | Satisfaction | Completion | Errors | Times | Average |
|------|--------------|------------|--------|-------|---------|
| 1 | 5 | 1 | 2 | 155 | 76% |
| 2 | 4 | 1 | 0 | 240 | 81,5% |
| 3 | 5 | 0 | 1 | 125 | 86,5% |
| 4 | 5 | 0 | 3 | 310 | 66% |
| 5 | 4 | 1 | 0 | 155 | 77% |
| 6 | 5 | 1 | 0 | 217 | 87,2% |
| 7 | 5 | 1 | 0 | 245 | 88,75% |
| 8 | 4 | 1 | 1 | 318 | 64,75% |
| 9 | 5 | 1 | 0 | 111 | 100% |
| 10 | 4 | 1 | 1 | 366 | 69% |

Середній показник за метрикою SUM по всім користувачам відповідно становитиме 79,67%, що є досить непоганим показником для юзабіліті програмного застосунку.

Висновки

У статті запропоновано інформаційну технологію, яка включає:

- створення системи проведення та обробки експертних оцінювань і колективних опитувань різними методами та алгоритмами, з можливістю додавання нових методологій;
- забезпечення одночасної відкритості та захищеності бази даних інформаційної технології;
- підвищення об'єктивності під час процесу вибору та оцінювання альтернатив;
- тестування додатку та обчислення показника його юзабіліті.

Список літератури

- [1] В. В. Колодний, «Методологічний підхід до прийняття колективних рішень на основі аналізу структурно-неоднорідних індивідуальних задач», на *XLIX Науково-технічна конференція факультету інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії (2020)*, Вінниця.
- [2] В. В. Колодний, та В. В. Зубко, «Застосування гештальт-ранжувань для виявлення переваг ОПР», на *ІНТЕРНЕТ-ОСВІТА-НАУКА-2016*, Вінниця, 2016, с. 43-44.
- [3] В. В. Колодний, та В. В. Зубко, «Метод некрітеріального структурування множини альтернатив за допомогою аналізу тернарних тривірних ранжувань», на *ІНТЕРНЕТ-ОСВІТА-НАУКА-2014*: Вінниця, 2014, с. 13-14.
- [4] Д. О. Зелінська, В. В. Колодний, «Розробка серверного модуля багатокористувацької системи опитувань», на *XLIX Науково-технічна конференція факультету інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії (2020)*, Вінниця.
- [5] Д. О. Зелінська, В. В. Колодний, «Проектування серверного модуля в колективній системі експертного оцінювання», на *ІНТЕРНЕТ-ОСВІТА-НАУКА-2020*, Вінниця, 2020, с. 51-52.
- [6] В. А. Гірдавініс, В. В. Колодний, «Розробка клієнтського модуля багатокористувацької системи опитувань», на *XLIX Науково-технічна конференція факультету інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії (2020)*, Вінниця.
- [7] В. А. Гірдавініс, В. В. Колодний, «Проектування клієнтського модуля в колективній системі експертного оцінювання», на *ІНТЕРНЕТ-ОСВІТА-НАУКА-2020*, Вінниця, 2020, с. 53-54.
- [8] Т. Л. Саати, *Принятие решений. Метод анализа иерархий*. Москва, Росія: Радио и связь, 1989
- [9] Измерение Юзабилити #4. Расчет SUM. Подход от Джефа Соро [Електронний ресурс]. Режим доступу до матеріалу: <https://v-shliachkov.medium.com/расчет-sum-подход-от-джефа-соро-c1ecf796f1b2> – Назва з екрана.

Стаття надійшла: 22.12.2020.

References

- [1] V. V. Kolodnyi, «Metodolohichniy pidkhid do pryiniattia kolektyvnykh rishen na osnovi analizu strukturno-neodnorodnykh indyvidualnykh zadach», na *XLIX Naukovo-tekhnichna konferentsiia fakultetu in-formatsiinykh tekhnolohii ta kompiuternoї inzhenerii (2020)*, Vynnytsia.
- [2] V. V. Kolodnyi, ta V. V. Zubko, «Zastosuvannia geshtalt-ranjuvan` dlia viyavlennia perevag OPR», na *INTERNET-OSVITA-NAUKA-2016*, Vinnitsia, 2016, s. 43-44.
- [3] V. V. Kolodnyi, ta V. V. Zubko, «Metod nekriterialnogo strukturuvannia mnojini alternativ za dopomogoyou analizu ternarnih tririvnevih ranjuvan», na *INTERNET-OSVITA-NAUKA-2014*: Vinnitsia, 2014, s. 13-14.
- [4] D O. Zelinska, V. V. Kolodnyi, «Rozrobka kliientskoho modulia bahatokorystuvatskoi systemy opytuvan», na *XLIX Naukovo-tekhnichna konferentsiia fakultetu informatsiinykh tekhnolohii ta kompiuternoї inzhenerii (2020)*, Vynnytsia.

- [5] D. O. Zelinska, V. V. Kolodnyi, «Proektuvannia servernogo modulia v kolektivniy sistemi expertnogo otsiniuvannia», na *INTERNET-OSVITA-NAUKA-2020*, Vinnitsia, 2020, s. 51-52.
- [6] V. A. Girdvainis, V. V. Kolodnyi, «Rozrobka klientskoho modulia bahatokorystuvatskoi systemy opytuvan», na *XLIX Naukovo-tekhnichna konferentsiia fakultetu informatiinykh tekhnolohii ta kompiuternoї inzhenerii (2020)*, Vinnytsia.
- [7] V. A. Girdvainis, V. V. Kolodnyi, «Proektuvannia klientskoho modulia v kolektivniy sistemi expertnogo otsiniuvannia», na *INTERNET-OSVITA-NAUKA-2020*, Vinnitsia, 2020, s. 53-54.
- [8] T. L. Saati, *Priniatie resheniy. Metod analiza ierarhiy*. Moskva, Rossiia: Radio i sviaz, 1989
- [9] Izmereniye Usability #4. Raschet SUM. Podhod ot Jeffa Soro [Elektronniy Resurs]. Rejim dostupu do materialu: <https://v-shliachkov.medium.com/расчет-sum-подход-от-джефа-соро-c1ecf796f1b2> – Nazva z ekrana.

Відомості про авторів

Колодний Володимир Володимирович – кандидат технічних наук, доцент кафедри комп'ютерних наук.

Зелінська Дарія Олегівна – магістрантка групи ІКН-20м, факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії.

Гірдвайніс Владислав Аудрісович – магістрант групи ІКН-20м, факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії.

V. V. Kolodnyi, D. O. Zelinska, V. A. Girdvainis

ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ КОЛЛЕКТИВНОГО ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО ВЫБОРУ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ ОЦЕНКИ АЛЬТЕРНАТИВ

Винницкий национальный технический университет, Винница

V. V. Kolodnyi, D. O. Zelinska, V. A. Girdvainis

INFORMATION TECHNOLOGY OF COLLECTIVE DECISION-MAKING WITH THE CHOICE OF INDIVIDUAL ALTERNATIVE EVALUATION TOOLS

Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia