

Founders: State University of Economics and Technology

ISSN: 3041-1246

E-mail: ete@duet.edu.ua Journal homepage: <https://ete.org.ua>

JEL: C02, C15, A14

DOI: 10.62911/ete.2024.02.02.11

Modular approach to the development of specialized software for remote interaction with respondents using WEB-technologies


Citation:

Dovhal, I., & Tkalichenko, S. (2024). Modular approach to the development of specialized software for remote interaction with respondents using WEB-technologies. Scientific and practical journal "Economics and technical engineering". Vol. 2 No. 2 (2024), 127–140. <https://doi.org/10.62911/ete.2024.02.02.11>

Ihor Dovhal

Assoc. Prof. PhD, Scientific and Methodological Center "Open Education", Kryvyi Rih, Ukraine


e-mail: osvita.org@ukr.net

 *ORCID ID: 0000-0002-5591-4323*

Sergiy Tkalichenko

Assoc. Prof. PhD, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine

e-mail: tkalichenko_sv@duet.edu.ua

 *ORCID ID: 0000-0002-1798-8073*

Abstract: The article presents some aspects and results of the development of a prototype software for remote interaction between a researcher and a respondent. The main goal is to ensure the possibility of dynamic adaptation of stimulus material and questionnaires during one session. The structure of the software elements, key requirements for its functionality, software implementation tools and possibilities for further improvement are determined. Key features of the platform's functionality:- six main types of modules for building an experiment or survey;- constructor for modules - instructions, questions, forms;- constructor for scenarios for conducting an experiment or survey;- a database of ready-made scenarios for operational use in remote interaction with the respondent;- the ability to add new functions of interaction with the respondent (complex methods, tasks, etc.) and data analysis tools without the need to install additional software;- timing for each individual module within the experiment or survey scenario;- the ability to monitor the respondent's work in real time. The criteria for choosing the developer's tools were performance and scalability, ease of use, intuitive interface, free and affordable, cross-platform, integration with programming languages, security, and flexibility. We used technologies that provide the user interface and processing of client actions in the browser: HTML (HyperText Markup Language) to create the structure of the web page, CSS (Cascading Style Sheets) for visual design, JavaScript as the main programming language for dynamic interaction on the client side, jQuery framework to simplify the work with the DOM, AJAX requests and other tools. The programming language used to write the server side of a web application is PHP. The software product was tested based on our own marketing research experience and with the involvement of third-party experts. The specific set of research methods and techniques depends on the tasks of the end user, and therefore is not the key issue of this article. Particular attention is paid to the feasibility of integrating some mathematical tools for processing primary data in order to improve the convenience and efficiency of analysis for dynamic adjustment of the research procedure. Software of this type can be useful in various fields of human science: sociology, psychology, economics.

Received: 15/11/2024

Accepted: 22/11/2024



Keywords: software, remote technologies, adaptive testing, behavioral sciences, modular approach, web programming, data analysis.


JEL: C02, C15, A14

Modular approach to the development of specialized software for remote interaction with respondents using WEB-technologies

Ihor Dovhal

Assoc. Prof. PhD, Scientific and Methodological Center "Open Education", Kryvyi Rih, Ukraine


e-mail: osvita.org@ukr.net

 ORCID ID: 0000-0002-5591-4323

Sergiy Tkalichenko

Assoc. Prof. PhD, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine

e-mail: tkalichenko_sv@duet.edu.ua

 ORCID ID: 0000-0002-1798-8073

Abstract: The article presents some aspects and results of the development of a prototype software for remote interaction between a researcher and a respondent. The main goal is to ensure the possibility of dynamic adaptation of stimulus material and questionnaires during one session. The structure of the software elements, key requirements for its functionality, software implementation tools and possibilities for further improvement are determined.

Key features of the platform's functionality:- six main types of modules for building an experiment or survey;- constructor for modules - instructions, questions, forms;- constructor for scenarios for conducting an experiment or survey;- a database of ready-made scenarios for operational use in remote interaction with the respondent;- the ability to add new functions of interaction with the respondent (complex methods, tasks, etc.) and data analysis tools without the need to install additional software;- timing for each individual module within the experiment or survey scenario;- the ability to monitor the respondent's work in real time. The criteria for choosing the developer's tools were performance and scalability, ease of use, intuitive interface, free and affordable, cross-platform, integration with programming languages, security, and flexibility. We used technologies that provide the user interface and processing of client actions in the browser: HTML (HyperText Markup Language) to create the structure of the web page, CSS (Cascading Style Sheets) for visual design, JavaScript as the main programming language for dynamic interaction on the client side, jQuery framework to simplify the work with the DOM, AJAX requests and other tools. The programming language used to write the server side of a web application is PHP. The software product was tested based on our own marketing research experience and with the involvement of third-party experts. The specific set of research methods and techniques depends on the tasks of the end user, and therefore is not the key issue of this article. Particular attention is paid to the feasibility of integrating some mathematical tools for processing primary data in order to improve the convenience and efficiency of analysis for dynamic adjustment of the research procedure. Software of this type can be useful in various fields of human science: sociology, psychology, economics.

Keywords: software, remote technologies, adaptive testing, behavioral sciences, modular approach, web programming, data analysis

Модульний підхід при розробці спеціалізованого програмного забезпечення дистанційної взаємодії з респондентами з використанням WEB-технологій

Ігор Довгаль

доцент, к.е.н., Науково-методичний центр "Відкрита освіта", Кривий Ріг, Україна


e-mail: osvita.org@ukr.net

 ORCID ID: 0000-0002-5591-4323

Сергій Ткаліченко

доцент, к.е.н., Державний університет економіки і технологій, Кривий Ріг, Україна

e-mail: tkalichenko_sv@kneu.dp.ua

 ORCID ID: 0000-0002-1798-8073

Анотація: В статті представлені деякі аспекти та результати розробки прототипу програмного забезпечення для дистанційної взаємодії дослідника та респондента. Основною метою визначено забезпечення можливості динамічної адаптації стимульного матеріалу та опитувальників протягом однієї сесії. Визначена структура елементів програмного забезпечення, ключові вимоги до його функціоналу, програмні засоби реалізації та можливості подальшого удосконалення. Ключові особливості функціоналу платформи:- шість основних видів модулів для побудови експерименту чи опитування;- конструктор модулів — інструкцій, питань, форм;- конструктор сценаріїв проведення експерименту чи опитування;- база готових сценаріїв для оперативного застосування при дистанційній взаємодії з респондентом;- можливість додавання нових функцій взаємодії з респондентом (цілісних методик, завдань тощо) та інструментів аналізу даних без необхідності встановлення додаткового програмного забезпечення;- таймінг для кожного окремого модуля в межах сценарію проведення експерименту чи опитування;- можливість спостереження за роботою респондента в режимі реального часу. Критеріями вибору інструментів розробника були продуктивність та масштабованість, простота використання, інтуїтивний інтерфейс, безкоштовність і доступність, кросплатформність, інтеграція з мовами програмування, безпека, гнучкість. Ми використовували технології, які забезпечують інтерфейс користувача та обробку дій клієнта у браузері: HTML (HyperText Markup Language) для створення структури веб-сторінки, CSS (Cascading Style Sheets) для візуального оформлення, JavaScript, як основну мову програмування для динамічної взаємодії на стороні клієнта, фреймворк jQuery для спрощення роботи з DOM, AJAX-запити та інші інструменти. Мовою програмування, яка застосовується для написання серверної частини веб-додатку є PHP. Тестування програмного продукту проводилося з урахуванням власного досвіду маркетингових досліджень та залученням сторонніх експертів. Конкретний набір методик та технік дослідження залежить від завдань кінцевого користувача, отже не є ключовим питанням цієї статті. Окрема увага приділена доцільності інтеграції деяких математичних інструментів обробки первинних даних з метою покращення зручності та оперативності аналізу з метою динамічного коригування процедури дослідження. Розробка може бути корисною в різних галузях науки про людину: соціологія, психологія, економіка.

Ключові слова: програмне забезпечення, дистанційні технології, адаптивне тестування, поведінкові науки, модульний підхід, веб-програмування, аналіз даних.

Вступ (Introduction)

Проведення інтерв'ю та різного роду опитувань, як чітко структурованих, так і у довільній формі, є найбільш розповсюдженим інструментом збору первинної інформації майже у всіх галузях знань, що стосуються поведінки людини, її добробуту та здоров'я. Майже вся первинна інформація в соціології, психології, маркетингу та певна частина навіть в медицині отримується в інтерактивному процесі між респондентом (клієнтом, пацієнтом тощо) та дослідником-інтерв'юєром, що дозволяє вивчити особливості та фактори, що зумовлюють поведінку людини, стан її психічного та фізичного здоров'я, уподобання та пріоритети в різних сферах життєдіяльності. Жодна методика або конкретна техніка не дає стовідсоткової достовірності результатів, отже на практиці застосовують спеціальним чином підібрані так звані батареї тестів та опитувальників, склад яких залежить від мети дослідження, специфіки умов проведення, параметрів цільової аудиторії тощо. Крім того, негативні реалії сьогодення (вплив пандемії COVID-19, повномасштабної агресії проти

України) додають значення застосуванню дистанційних технологій проведення збору первинної інформації і, зокрема, WEB-технологіям.

Слід зазначити, що на сучасному ринку інструментів проведення такого роду досліджень домінують глобальні сервіси (наприклад, Google Forms, Survey Monkey, Typeform та ін.), які пропонують досить високий рівень безпеки даних, відносну гнучкість у вирішенні прикладних завдань та тарифікації послуг, інструменти інтеграції з клієнтськими застосунками тощо. Сильні та слабкі сторони цих продуктів достатньо вивчені та доступні широкому колу науковців та практиків, наприклад, (Kolodnyi, Semenets, 2023). В розрізі наших завдань маємо зазначити, що як і при будь-якому підході, що передбачає певну уніфікацію масового продукту, в тому числі і в сфері розробки програмного забезпечення, згадані сервіси мають певні обмеження щодо швидкої та нескладної адаптації під завдання, наприклад, експлораторних досліджень в сфері маркетингу або оцінки параметрів індивідуальної самосвідомості в психології, які вирішити за допомогою уніфікованих інструментів глобальних провайдерів практично неможливо. В той саме час, однією з ключових сучасних вимог до розробки та використання ефективних тестів, опитувальників, чеклістів є їхня адаптивність безпосередньо в процесі взаємодії з респондентом, і публікаційна активність щодо цього питання протягом останнього десятиліття досить висока, особливо серед науковців та практиків в сфері освіти та оцінювання знань, розумових здібностей та індивідуально-психологічних особливостей людини із використанням інформаційних технологій, сучасного статистичного інструментарію, засобів штучного інтелекту, наприклад, (Burr, Gale et al., 2023; Martin, Lazendic, 2018; Fedoruk, 2007).

Адаптивний підхід розглядається авторами здебільшого в контексті освітньої діяльності, проте на практиці потреба у його застосуванні набагато ширша:

- у випадках необхідності урахування специфічних індивідуальних особливостей різних цільових аудиторій в межах одного опитування;
- при потребі поєднання в часі пілотного та основного дослідження;
- при потребі динамічної модифікації стимульного матеріалу залежно від отримуваних в процесі самого дослідження даних.

Замість уніфікованих програмних продуктів доводиться використовувати перевірені часом паперові форми, що нівелює переваги сучасних інформаційно-комунікаційних технологій та значно подовжує час обробки первинної інформації, або створювати спеціалізоване програмне забезпечення, основними (але не вичерпними) вимогами до якого є:

- 1) можливість відносно оперативного конструювання форм опитувальників та динамічного формування батареї методик дослідницьким, а не ІТ персоналом;
- 2) спостереження за процесом формування відповідей респондентом в режимі реального часу без застосування спеціального програмно-апаратного забезпечення на стороні респондента;
- 3) контроль часу на окремих етапах дослідження, де таких контроль передбачений авторизованими методиками;
- 4) можливість довільного комбінування різнотипового стимульного матеріалу в межах одного блоку опитувальника чи батареї тестів, що проводяться в межах однієї безперервної сесії.

Матеріали та методи (Materials and Methods)

Методологічна база, яка застосовувалась нами для розробки та апробації спеціалізованого програмного забезпечення інтерактивної взаємодії з респондентами в онлайн режимі, складається з п'яти основних елементів, які взаємно доповнюють один одного та можуть доповнюватися залежно від поставлених перед дослідниками завдань:

- методи та засоби комп'ютерного програмування, в тому числі WEB-технології, використовувані для створення програмної оболонки;

- структурно-логічне моделювання, яке дозволяє в процесі взаємодії із дослідниками-практиками відповідним чином з'ясувати та окреслити основний функціонал майбутнього програмно-інформаційного забезпечення, сформулювати відповідне до потреб цільових користувачів технічне завдання, що є запорукою корисності та зручності продукту;

- підходи адаптивного тестування, що враховують потребу динамічної модифікації стимульного матеріалу та математико-статистичного апарату, інтегрованого до програмного комплексу в якості внутрішньої функції або зовнішнього модуля;

- методологічні блоки, запозичені, власне, з тих науково-прикладних напрямів, які потребують динамічної інтерактивної взаємодії дослідника та респондента (психологія, соціологія, маркетинг, медицина) та вже відносно відпрацьовані при проведенні досліджень з використанням традиційних (наприклад, паперових) технологій;

- інструментарій статистичного аналізу, математичного моделювання та інших засобів обробки масивів даних, отриманих в результаті проведення тестування, опитувань, експериментів.

Слід зауважити, що програмно-інформаційне забезпечення проведення досліджень з використанням модульного підходу знаходиться на момент підготовки цього матеріалу на стадії тестування та подальшого удосконалення. Це означає, що застосована на поточному етапі методологічна база не є усталеною та буде коригуватися та доповнюватися новими елементами по мірі апробації програмного комплексу в умовах реальних досліджень.

На поточний момент основна увага зосереджена на застосуванні методологічної бази таких галузей науки про людину як психологія (зокрема, психологія особистості і соціальна психологія) та економіка (зокрема, маркетинг), обидві з яких широко застосовують інтерв'ю, опитувальники, тести та чеклисти при отриманні первинних даних, мають схожі компоненти методологічної бази та мають в якості цільових пріоритетів оцінювання, аналіз, прогнозування та здійснення впливу на людську поведінку.

Результати (Results)

Як вже зазначалося раніше, вивчаючи можливості доступних систем дистанційного збору інформації від респондентів та потреби дослідників, що їх використовують в різних галузях наукових знань, ми попередньо вибудували певну структурно-логічну схему елементів прототипу програмного забезпечення (див. рис. 1).

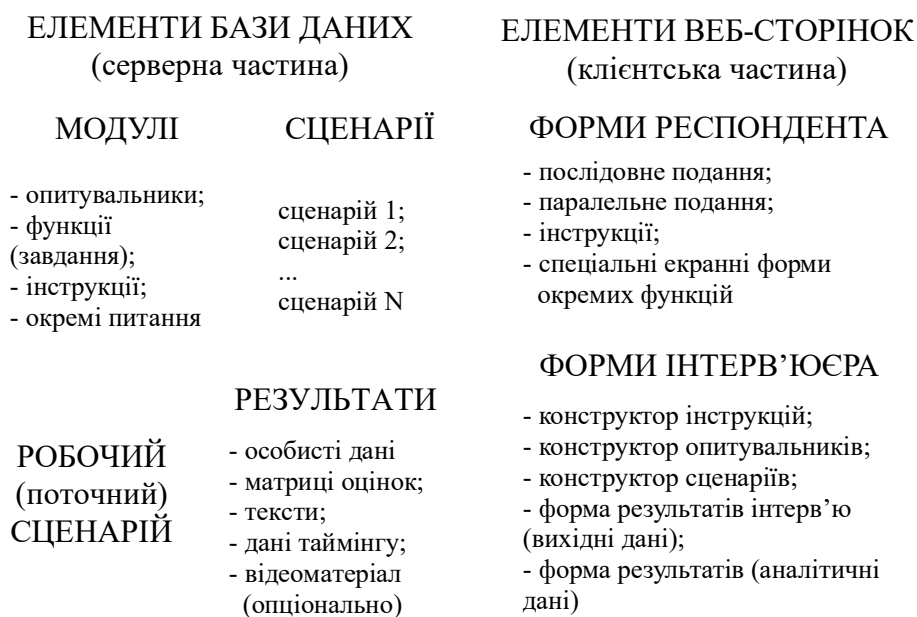


Рисунок. 1. Елементи прототипу програмного забезпечення (розробка авторів)

Для створення клієнтської частини веб-додатку використовувались технології, які забезпечують інтерфейс користувача та обробку дій клієнта у браузері: HTML (HyperText Markup Language) для створення структури веб-сторінки, CSS (Cascading Style Sheets) для візуального оформлення, JavaScript, як основна мова програмування для динамічної взаємодії на стороні клієнта, фреймворк jQuery для спрощення роботи з DOM, AJAX-запити та інші інструменти.

На рисунку 2 наведено вікно основного блоку додатку – конструктора модулів.

КОНСТРУКТОР МОДУЛІВ



Рисунк. 2. Конструктор модулів опитувань (розробка авторів)

Мовою програмування, яка застосовується для написання серверної частини веб-додатку є PHP. PHP залишається популярним через свою доступність, простоту використання та багатофункціональність багатьох веб-проектів.

В ролі бази даних було вибрано MySQL. Критеріями вибору були продуктивність та масштабованість, простота використання, інтуїтивний інтерфейс, безкоштовність і доступність, кросплатформність, інтеграція з мовами програмування, безпека, гнучкість.

В процесі постановки завдання щодо розробки програмного забезпечення дистанційної взаємодії дослідника та респондента із застосуванням модульного підходу, виходячи із власної практики проведення аналогічних досліджень та враховуючи думки залучених експертів, було визначено наступні параметри та вимоги адаптивного дослідження, що їх зумовлюють.

1. Можливість конструювання питань, що поєднують в собі риси закритих та відкритих питань опитувальника. Ця риса може бути особливо корисною на етапі проведення пілотних досліджень, коли існують сумніви щодо вичерпності переліку запропонованих респонденту об'єктів оцінювання та/або оцінюваних характеристик того чи іншого об'єкту дослідження. Крім того, при відпрацюванні тестової методики (наприклад, при адаптації оригінальних іншомовних методик) може виявитися неоднозначне розуміння перекладу певних питань та тверджень тесту з боку респондентів. Наявність додаткового текстового поля, доступного для заповнення респондентом замість вибору неоднозначного з погляду останнього твердження з запропонованого переліку варіантів закритого питання допомагало вирішити цю проблему. Аналізуючи надані респондентами довільні відповіді, дослідник має кращу можливість удосконалити стимульний матеріал, мінімізуючи витрати зусиль та часу на уточнення неоднозначностей із респондентами в індивідуальному порядку.

Подальшим розвитком такої особливості формування закритих по своїй суті питань може стати доповнення цих питань за потреби дослідника додатковим полем для коментаря респондента стосовно обраного варіанту із запропонованого переліку.

2. Можливість контролювати час проходження окремих блоків питань та певних завдань, відстежувати час, який респондент витратив на кожне окреме завдання. Ця риса є корисною і при дослідженнях індивідуальних характеристик людини (вимагається практично для всіх стандартизованих методик оцінювання інтелектуальних здібностей), і при оцінюванні рівня залишкових знань (освітні процеси та кадрові технології), і при оцінці впізнаваності тих чи інших об'єктів або явищ (маркетингові дослідження брендів тощо). Реалізація цієї риси здійснена шляхом:

- встановлення часового обмеження на виконання завдання з полем інформування респондента про залишок часу та попередження про досягнення його критичного відрізка;
- автоматичного завершення завдання після вичерпання відведеного часу із збереженням фактично одержаних відповідей;
- фіксації в базі даних моменту підтвердження кожної окремої відповіді при послідовному пред'явленні питань або екранної форми в цілому при паралельному пред'явленні визначеного блоку завдань. Ця особливість передбачена для всіх типів завдань та експериментальних процедур, незалежно від встановлення обмежень часу на надання відповідей чи виконання завдань.

Подальшим розвитком цієї риси контролю часу може стати додавання можливості повернення до невиконаних через нестачу фіксованого часу завдань після завершення всієї неперервної серії або батареї методик.

3. Можливість формування наступної серії питань або завдань залежно від результатів попередньої серії із мінімальними витратами часу на підготовку скоригованого стимульного матеріалу або переліку завдань. Ця риса реалізована саме за допомогою модульного підходу до формування батареї тестів або повної серії завдань. В апробованому варіанті програмно-інформаційного забезпечення в якості модулів ми визначили будь-які питання, завдання, тести чи їх окремі частини, коментарі та інструкції, які можуть бути поєднані в різній послідовності відповідно до логіки та завдань проведення конкретного дослідження.

По суті, таке дослідницьке програмне забезпечення являє собою певний конструктор, який дозволяє подавати зазначені модулі протягом однієї сесії взаємодії з респондентом за визначеним дослідником алгоритмом або сценарієм проведення опитування, експерименту чи тестування. Такий сценарій, або певні їх добірки, можуть формуватися дослідником заздалегідь, якщо можливі варіанти перебігу самого дослідження та проміжні результати більшою або меншою мірою прогнозовані, а варіативність кожної наступної серії завдань або тестів в межах однієї сесії з респондентом залежить від визначених індикаторів. Наприклад, протягом сесії, що передбачає тримання відповідей на кілька сотень запитань та виконання кількох десятків завдань при роботі з потенційним найманим працівником, різке збільшення часу на виконання однотипних завдань може свідчити про підвищену втомлюваність респондента, а отже доцільно в наступних блоках в межах поточної сесії включити декілька процедур оцінювання втомлюваності респондента, та/або дещо скоротити неперервну сесію, переносючи частину завдань на наступну, та оперативно виключивши їх з блоків, що залишилися.

Іншим прикладом доцільності динамічної модифікації дослідницької сесії може бути поступове ускладнення завдань залежно від отриманих попередніх результатів, що власне, передбачено концепцією адаптивного тестування, особливо в сфері освіти (контроль залишкових знань тощо).

В деяких випадках сама процедура дослідження вимагає використання отриманих на попередньому етапі відповідей для формулювання питань наступного етапу. Наприклад, при дослідженнях індивідуальної самосвідомості людини щодо близькості або подібності певних об'єктів та явищ з погляду респондента, самі характеристики оцінюваних об'єктів або явищ виявляються на основі того, яким чином та за якими характеристиками сама людина схильна

порівнювати ці об'єкти чи явища. Цей підхід є доцільним та корисним в психодіагностиці, так і бізнес-дослідженнях (*Fransella, Bell, Bannister, 2004*).

Зрозуміло, що проведення такого оцінювання не можна провести попередньо не виявивши такі характеристики, та не сформувавши на їх основі опитувальник для другого етапу дослідження, власне оцінки взаємного розташування об'єктів дослідження на основі сприйняття респондентом їх подібності чи відмінності. Оперативне формування опитувальника другого етапу такого дослідження (оцінювання об'єктів) із застосуванням отриманих результатів першого етапу (виявлення характеристик) дозволяє проводити двоетапне дослідження протягом однієї сесії, до того ж охопивши дослідженням значно більшу аудиторію, ніж при використанні паперових технологій чи суто індивідуальної взаємодії.

Подальшим розвитком цієї можливості, закладеної в функціонал програмного забезпечення є автоматизація процесів формування сценаріїв наступних блоків в межах однієї сесії на базі критеріїв включення чи виключення певних модулів із сценарію. Слід передбачити технічну можливість визначення та внесення до системи цих критеріїв самим дослідницьким персоналом, тобто на рівні користувача, а не розробника. Це перспективне завдання і на поточний момент не має готового універсального рішення.

4. Можливість спостереження за процесом виконання завдань в режимі реального часу без застосування спеціального програмно-апаратного забезпечення. Ця риса не стосується реалізації модульного підходу або принципів адаптивного тестування, проте під час випробувань програмного забезпечення виявилася досить корисною, оскільки під час тестування робочих версій дозволила досліднику звернути увагу на певні цікаві моменти. Наприклад, суттєві неодноразові коригування відповідей на відкриті питання, зміни обраного варіанту відповіді в закритих питаннях, затримки фокусування на окремих позиціях при паралельному поданні кількох завдань чи питань на одній екранній формі. Досвіченому спеціалісту такі прояви невпевненості або підвищеної уваги можуть дати багато додаткової інформації як про респондента, так і про ставлення його до об'єкту дослідження. Крім того, записування сесії під час її проведення дозволить як підтвердити достовірність результатів дослідження при виникненні такої необхідності, так і проаналізувати її із залученням колег.

Не слід також недооцінювати можливість живого спілкування дослідника з респондентом в процесі самого дослідження. Цей елемент функціоналу особливо корисний при розробці, удосконаленні чи адаптації авторських методик, коли жива взаємодія дослідника та респондента, що погодився прийняти участь у попередньому тестуванні методики просто неоціненна. Єдиним обмеженням в реалізації цієї риси на поточному етапі є необхідність використання локального веб-сервера, що в подальшому може бути вирішено.

5. Можливість інтеграції окремих спеціалізованих технік аналізу масивів даних, що доцільні та корисні для оперативного визначення результативності дослідницьких авторських методик на етапі їх тестування, враховуючи досить широкий спектр застосування останніх. Реалізація цього елементу функціоналу програмного забезпечення також ще попереду, проте деякі ключові моменти вже визначені завдяки взаємодії із представниками кінцевих користувачів системи.

Одним з елементів інтегрованого аналізу масивів даних, зокрема для потреб фахівців в сфері досліджень поведінки, може стати обчислення інтегрального показника по групі подібних характеристик на основі кількох опитувальників або методик (батареї). Оскільки кожен тест має власний підхід до вимірювання характеристик (наприклад, особистісних або поведінкових), об'єднання їхніх результатів допомагає компенсувати недоліки кожної окремої методики і забезпечити більш узагальнену картину.

Результатом об'єднання даних різних методик та окремих технік може бути індивідуальна карта ставлень, рис, преференцій респондента, яка побудована на узагальнених результатах оцінювання подібних показників в різних методиках, та містить:

- узагальнені оцінки ставлення респондента до ти чи інших явищ, подій, суб'єктів тощо;

- узагальнені оцінки основних особистісних рис;
- ймовірні поведінкові схильності;
- узагальнену оцінку типу мислення та способу прийняття рішень;
- оцінку комунікативних здібностей та міжособистісної взаємодії;
- оцінку емоційної складової;
- узагальнену оцінку інших якостей, рис та уявлень респондента, залежно від потреб

та цілей конкретного дослідження.

Інтегральний показник надає характеристику певної окремої риси оцінюваного та може бути корисним, наприклад, в системі кадрового менеджменту для:

- розробки програм індивідуального розвитку, адже допомагає визначити сильні сторони та області для вдосконалення;
- кар'єрного орієнтування, оскільки показує, які ролі та завдання можуть найкраще відповідати схильностям людини;
- формування певних рейтингів кандидатів на посаду чи до кадрового резерву;
- аналізу чинників конфліктів;
- моніторингу рівня морально-психологічного клімату в колективі.

Отже, обчислення інтегрального показника на основі кількох методик може забезпечити ефективне застосування комплексного підходу при оцінюванні досить широкого спектру рис, поведінкових реакцій, ставлень та відносин досліджуваного.

Створення інтегрального показника на основі результатів декількох методик потребує математичної обробки даних, щоб об'єднати різні виміри оцінок у цілісний показник. Основу для такого підходу можуть складати методи багатовимірної аналізу даних, нормалізації, зваженого середнього та інші математичні інструменти. Розглянемо основні математичні кроки, що можуть бути використані для створення інтегрального показника.

1. Нормалізація даних (*John A. Rice, 2007*).

Оскільки різні тести використовують різні шкали оцінювання (наприклад, бали від 1 до 10 або відсотки), першим кроком є приведення всіх результатів до єдиної шкали. Для цього часто використовують мінімаксну нормалізацію або стандартизацію (z-оцінка).

Мінімаксна нормалізація:

$$x' = \frac{x - X_{min}}{X_{max} - X_{min}}, \quad (1)$$

де x - значення показника, X – сукупність всіх показників для даного тесту, x' - нормалізоване значення.

Стандартизація за допомогою z-оцінок (*Bell., Bryman, Harley, 2019*):

$$z = \frac{x' - \bar{x}}{\sigma_{x'}}, \quad (2)$$

де \bar{x} – середнє значення показника, σ_x – стандартне відхилення.

Це дозволяє привести всі дані до однієї шкали з середнім значенням 0 та стандартним відхиленням 1.

2. Зважування показників.

Не всі тести можуть мати однакову вагу в загальному інтегральному показнику. Наприклад, якщо один тест оцінює базові особистісні риси, а інший – соціальні навички, вони можуть мати різну важливість для певної сфери застосування. Тому для розрахунку інтегрального показника особистості доцільно використовувати зважене середнє:

$$I = \frac{\sum w_i z_i}{\sum w_i}, \quad (3)$$

де w_i – ваговий коефіцієнт кожного тесту, z_i – нормалізовані результати.

3. Метод головних компонентів (*Paniotto, Maksymenko, Kharchenko, 2004*)

Метод головних компонентів допомагає зменшити кількість змінних, об'єднавши їх у кілька незалежних компонент, що пояснюють найбільшу частину варіації даних. Наприклад, якщо є кілька показників, що оцінюють схожі аспекти особистості, метод головних компонентів може звести їх до одного компоненту.

Кожна змінна (результат опитування) отримує вектор факторних навантажень, який показує її внесок у кожну компоненту. Інтегральний показник може бути отриманий шляхом комбінації значень компонентів із врахуванням їх внеску:

$$I = w_1 \cdot PC_1 + w_2 \cdot PC_2 + \dots + w_n \cdot PC_n, \quad (4)$$

де w_i – ваги компонент (частка дисперсії, яку вони пояснюють).

4. Факторний аналіз в інтеграції тестів для визначення типу особистості (*Jolliffe, 2002*).

Факторний аналіз (ФА) — це статистичний метод, який дозволяє зменшити кількість змінних, виявити приховані структури в даних та визначити взаємозв'язки між змінними. У контексті інтегрального показника особистості, ФА допомагає виділити основні фактори, що представляють найважливіші риси або типи, спільні для декількох тестів. Спостережувані змінні є комбінацією латентних факторів і шуму (випадкових похибок). Фактори є незалежними один від одного (ортогональними).

$$X_i = \sum_{j=1}^m F_j \cdot \lambda_{ij} + \xi_i, \quad (5)$$

де X_i - спостережувана змінна (результат тесту); F_j - латентний фактор; λ_{ij} - факторне навантаження (вага змінної для конкретного фактора); ξ_i — похибка або залишкова варіація.

Латентний фактор можна уявити як приховану характеристику або властивість, яка не вимірюється безпосередньо, але на основі якої можна зробити висновки про інші змінні. Наприклад, в аналізі особистості латентний фактор може бути таким, як "емоційна стабільність", який не можна виміряти безпосередньо, але його прояви можуть бути зафіксовані через результати різних тестів (наприклад, тестів на рівень стресостійкості або емоційної регуляції).

5. Лінійна регресія.

Якщо існує конкретний критерій (наприклад, ефективність у певній діяльності), для створення інтегрального показника можна використовувати лінійну регресію. Вона дозволяє визначити, яким чином кожен тестовий показник впливає на кінцевий результат, і обчислити інтегральний показник як зважену комбінацію всіх показників:

$$I = \beta_0 + \beta_1 \cdot x_1 + \beta_2 \cdot x_2 + \dots + \beta_n \cdot x_n, \quad (6)$$

де β_0 - константа, а β_i - коефіцієнти регресії.

6. Розрахунок індексу схожості або кореляції:

Для оцінки узгодженості результатів різних тестів можна використовувати кореляційний аналіз або обчислити індекси схожості (наприклад, кореляцію Пірсона чи інші метрики). Якщо деякі тести сильно корелюють, можливо, доцільно знизити їхню вагу або звести до одного показника.

Іншим корисним для різних напрямів наукового знання про людину може стати дослідження семантичного простору респондента, коли ми намагаємося вибудувати та проаналізувати суб'єктивну картину ставлення та оцінювання ним певних об'єктів та явищ, що викликає інтерес як психологів, так і маркетологів, які займаються проблемами споживчої поведінки.

В цьому випадку елементами методологічного забезпечення можуть бути як досить нескладні та добре відомі, так і більш розвинені та багатоетапні. До першої групи інструментів можна віднести метод семантичного диференціалу, коли досліджуваний об'єкт (стимул), яким може поставати слово, поняття, символ в вербальній чи невербальній формі оцінюють шляхом співвідношення з однією з фіксованих точок шкали, що завдаються полярними за значенням характеристиками (що виражені частіш за все прислівниками). Простір шкали між протилежними значеннями сприймається респондентом як безперервний континуум градацій значень, що переходить від середньої нульової точки до різного ступеню однієї чи протилежної їй властивості. Семантичний диференціал являє собою, таким чином, комбінацію метода контрольованих асоціацій та процедури шкалювання.

Одержані за процедурою семантичного диференціалу кількісні дані суб'єктивних оцінок досліджуваного об'єкту відображають (візуалізують) у вигляді семантичного профілю поняття (стимулу), що досліджується, - ламаної лінії, яка поєднує означені респондентами точки на шкалах. Комплекс семантичного профілю характеризує оцінюване поняття в розумінні самого респондента та із застосуванням його власних критеріїв оцінювання.

Адекватність відображення стимулу залежить від кількості визначених шкал семантичного простору. Однак на практиці для визначення семантичного простору достатньо знати його основні виміри, для визначення мінімальної кількості вимірів (шкал) семантичного простору об'єкту використовується факторний аналіз. За звичай беруть 7-8 факторів, які відповідають основним вимірам. Такі фактори можуть бути виражені однією шкалою чи групою шкал, що корелюють з досліджуваним фактором.

Значення поняття для кожного респонденту визначається операціонально - як сукупність факторних оцінок, і є можливість одержати уявлення про суб'єктивне сприйняття подібності чи різниці між об'єктами. Ступень такої подібності чи різниці можна представити кількісно, виходячи з моделі семантичного простору за семантичним віддаленням між відповідними точками об'єктів в самому просторі:

$$D(x, y) = \sqrt{\sum d(x_i, y_i)}, (7)$$

де $D(x, y)$ - семантична відстань між об'єктами X та Y ; x_i та y_i - різниця між координатами двох точок, що являють собою значення об'єктів X та Y по фактору.

Крім аналізу особливостей психосемантики та відношення до різних об'єктів та явищ, семантичний диференціал дозволяє проводити дослідження самооцінки.

Поряд з можливістю використання складного, спеціально розробленого апарату семантичного аналізу, використання факторних шкал семантичний диференціал постає як непрямий засіб одержання оцінок, суб'єктивно легший та розкутіший, ніж пряма відповідь. Існує ряд можливостей що до дослідження "прихованої" структури індивідуальних значень, оцінок, відношень. Сукупність шкал для характеристики об'єктів дозволяє вводити додаткові "маскуючі" вісі для одержання інформації, котру не завжди можна одержати шляхом відкритого опитування. Залежність конфігурації індивідуального семантичного простору особистості споживача від ефекту позиції спостерігача наближує метод семантичного диференціалу до проєктивних методик дослідження.

Зрозуміло, що сучасна комп'ютерна техніка та інформаційні технології дозволяють обробляти достатньо швидко значні масиви даних, отже цілком можливо включити до функціоналу програмного забезпечення і більш складні процедури. В нашій практиці вже раніше застосовували для дослідження семантичного простору респондентів ієрархічний

кластерний аналіз (підходи, викладені *Jambu, Lebeaux, 1979*) та багатовимірне шкалювання. Одним з найбільш цікавих підходів при такому дослідженні може бути визначення спільної конфігурації, коли на основі матриці відстаней між всіма парами досліджуваних об'єктів чи явищ та характеристик, за якими респондент схильний їх оцінювати, яка надалі піддається багатовимірному шкалюванню за допомогою ряду послідовно використаних методів багатовимірного шкалювання для пошуку оптимальної конфігурації простору з мінімумом помилки. Візуалізація результатів таких процедур обробки даних може виглядати наступним чином (див. рис. 3).



Рисунок 3. Варіант візуалізації спільної конфігурації оцінюваних об'єктів та параметрів оцінювання в уявленні респондента

Така візуалізація, доступна досліднику в режимі реального часу, може спростити формування сценарію наступного блоку опитування чи експерименту в межах однієї дистанційної сесії взаємодії з респондентом. Наприклад, на другому етапі може бути поставлене завдання деталізувати характеристики першого та третього об'єктів оцінювання для більш глибокого розуміння їх диференціації в свідомості респондента. Це може бути корисним як в економіці при оцінці товарних преференцій споживачів, так і при оцінці позицій будь-яких об'єктів чи явищ в семантичному просторі представників цільових аудиторій (електоральні преференції, життєві події, міжособова взаємодія тощо).

При дослідженні сукупної вибірки цільової аудиторії оцінювані об'єкти або явища залишаються практично незмінними, але параметри оцінювання з великою ймовірністю будуть варіюватися від респондента до респондента, залежно від їх індивідуальних принципів оцінювання та порівняння цих об'єктів чи явищ. Саме така опція і має бути закладена у програмному забезпеченні, побудованому на засадах модульного підходу та принципів адаптивного тестування, прототип якого на поточний момент створено та тестується.

Висновки (Conclusions)

Проведення інтерв'ю та різного роду опитувань має велике значення у різних сферах життя, адже дозволяє отримати глибше розуміння системи внутрішніх уподобань респондента, ставлення до об'єктів та явищ світу, що його оточує, особливостей індивідуальних рис та поведінкових чинників.

Різноманітні техніки та методики, що беруть за основу використання опитувальників, тестів та чеклістів, у більшості своїй не передбачають динамічних змін в контенті стимульного матеріалу чи формах, що подаються респонденту, залежно від даних, що отримуються в процесі дослідження. Як результат — частина інформації втрачається або спотворюється внаслідок впливу індивідуальних характеристик респондента. Частково ця проблема може

вирішуватися побудовою стимульного матеріалу з використанням розгалуженого алгоритму проведення опитування та розширених опитувальників, але при цьому зростає в рази і кількість даних, частина з яких може не мати практичного значення, і час взаємодії з респондентом, що може викликати втому, роздратованість, зниження концентрації.

Сучасні підходи до формування, наприклад, тестового матеріалу, передбачають динамічні зміни останнього залежно від результатів, що отримуються на окремих етапах дослідження в рамках однієї сесії з респондентом (адаптивне тестування). Отже, ми намагалися створити прототип програмного забезпечення дистанційної взаємодії з респондентом, що враховує принципи адаптивного тестування шляхом застосування модульного підходу до формування опитувальників та тестового матеріалу, надання можливості досліднику динамічно створювати та пропонувати респонденту різні сценарії проведення дослідження в режимі реального часу, оперативно аналізуючи отримані первинні дані та коригуючи наступні завдання для респондента.

Цей інструмент є експериментальним та потребує подальшого удосконалення, зокрема інтеграцію математичного апарату за потребами реальних користувачів, позбавляючи їх необхідності користуватися сторонніми спеціалізованими програмними комплексами типу SPSS, MATLAB та подібних. При цьому застосування веб-технологій дозволяє додавати нові елементи до функціоналу платформи, не вимагаючи додаткових налаштувань, змін в інтерфейсі, навичок у користуванні.

Одним з окремих напрямів розвитку прототипу може стати автоматизація процесу оперативної адаптації стимульного матеріалу або опитувальників. Приклад - трендова на теперішній час інтеграція засобів штучного інтелекту. Сучасні системи штучного інтелекту дають не лише змогу застосування адаптивних алгоритмів для динамічної зміни матеріалу під час опитування, ґрунтуючись на попередніх відповідях учасника, але і завдяки використанню методів обробки природної мови і машинного навчання дозволяють аналізувати текстові відповіді, виявляючи патерни, стиль комунікації, емоційний фон і навіть деякі поведінкові характеристики.

Конфлікт інтересів (Conflicts of interest)

Конфлікт інтересів відсутній.

Фінансування (Funding)

Це дослідження не отримало зовнішнього фінансування.

Внесок авторів (Authors contribution)

Концептуалізація, Д.І.; формальний аналіз, Т.С.; методологія, Д.І.; візуалізація, Т.С.; оригінальна чернетка, Д.І. та Т.С.; перегляд і редагування Д.І. та Т.С. Усі автори прочитали та погодилися з опублікованою версією рукопису.

Література (References)

- Bell, E., Bryman, A., & Harley, B. (2022). *Business Research Methods*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/hebz/9780198869443.001.0001>
- Burr, S., Gale, T., Kisielewska, J., Millin, P., Pêgo, J. M., Pinter, G., Robinson, I. & Zahra, D. (2023). A narrative review of adaptive testing and its application to medical education. *MedEdPublish*. 13. 221. <https://doi.org/10.12688/mep.19844.1>.
- Fedoruk P. I. (2007). Adaptivni testy: statystichni metody analizu rezultativ testovoho kontroliu znan. *Matematychni mashyny i systemy*, 3,4., 122-138. http://www.immsp.kiev.ua/publications/articles/2007/2007_3,4/Fedoruk_034_2007.pdf

- Fransella, F., Bell, R. & Bannister, D. (2004). *A Manual for the Repertory Grid Technique* (2nd ed.). Chichester: Wiley.
- Jambu, M. & Lebeaux, M. O. (1979). Classification Automatique Pour L'analyse Des Donnees (1. Méthodes et algorithmes. 2. Logiciels). *Trab. Estad. Invest. Oper.* 30, 95.
<https://doi.org/10.1007/BF03025272>.
- John A. Rice (2007). *Mathematical Statistics And Data Analysis*. Duxbury Advanced Series. Cengage Learning.
https://www.academia.edu/43911785/Mathematical_Statistics_and_Data_Analysis
- Jolliffe I.T. (2002) *Principal Component Analysis*, Series: Springer Series in Statistics, 2nd ed., Springer, NY,, XXIX. <https://doi.org/10.1007/b98835>
- Kolodnyi V. V. & Semenets, M. D. (2023). Shliakhy vdoskonalennia informatsiinykh tekhnolohii provedennia opytuvan. Materialy LII naukovo-tekhnichnoi konferentsii pidrozdiliv VNTU, Vinnytsia, 21-23 chervnia 2023 r. <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fksa/all-fksa-2023/paper/view/17592>.
- Levenstein, S., Prantera, C., Varvo V., Scribano M. L., Berto, E., Luzi, C. & Andreoli A. (2018) Development of the Perceived Stress Questionnaire: a new tool for psychosomatic research. *J Psychosom Res.* 1993 Jan;37(1):19-32. [https://doi.org/10.1016/0022-3999\(93\)90120-5](https://doi.org/10.1016/0022-3999(93)90120-5).
- Martin, A. J. & Lazendic, G. (2018). Computer-adaptive testing: Implications for students' achievement, motivation, engagement, and subjective test experience. *Journal of Educational Psychology*, 110(1), 27–45. <https://doi.org/10.1037/edu0000205>.
- Paniotto, V. I., Maksymenko, V. S. & Kharchenko, N. M. (2004). *Statystychnyi analiz sotsiolohichnykh danykh* : Monohrafiia. Kyiv : Vyd. dim "KM Akademiia".
- Upton, G.J., Larsen, R.J., & Marx, M.L. (1987). *An introduction to mathematical statistics and its applications* (2nd edition), by R. J. Larsen and M. L. Marx. https://math.emory.edu/~lchen41/teaching/2020_Spring/Larsen-5E.pdf