

Середюк В. Б.,

Чернівецький національний торговельно-економічний інститут

## ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ПРИ ПРОГНОЗУВАННІ ФІНАНСОВИХ ПОКАЗНИКІВ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА

*АНОТАЦІЯ. У даній статті на підґрунті застосування інструментарію імітаційного моделювання побудовано економіко-математичну модель, яка дозволяє спрогнозувати значення фінансових показників невиробничого підприємства сфери торгівлі при зміні значень вхідних змінних. Для оцінювання адекватності роботи моделі використано фінансові дані одного з підприємств міста Чернівці.*

*КЛЮЧОВІ СЛОВА: імітаційна моделювання, невиробниче підприємство, прогнозування, фінансові показники, управлінські рішення.*

*АННОТАЦИЯ. В данной статье на основе применения инструментария имитационного моделирования, построена экономико-математическая модель, которая позволяет спрогнозировать значения финансовых показателей непроизводственного предприятия сферы торговли при изменении значений входных переменных. Для оценки адекватности работы модели использовано финансовые данные одного из предприятий города Черновцы.*

*ABSTRACT. In this paper, on the basis of the application of simulation modeling tool, built a mathematical model that allows to predict the value of the financial performance of non-productive enterprises of trade by changing the values of the input variables. To assess the adequacy of the model used financial data of an enterprise in the city of Chernivtsi.*

Особливістю економіки Чернівецького регіону є значне переважання за обсягами товарообороту підприємств сфери торгівлі та надання послуг над виробничо-комерційними підприємствами. В першу чергу це пов'язано із географічним розташуванням області, яка межує з Молдовою і Румунією та практично повною ліквідацією заводів, які у своїй більшості були зорієнтовані на військово-промисловий комплекс.

Однак за останні кілька років діяльність підприємств сфери торгівлі та надання послуг значно ускладнилась. Основними причинами цього, окрім посилення конкуренції та змін у податковому законодавстві, є значне зниження купівельної спроможності населення та девальвація національної валюти, що призводить до підвищення валютного ризику та збільшення ступеня невизначеності. Останній вид ризику є особливо небезпечним, оскільки більшість товару за-

возиться імпортерами закордону, який у свою чергу там купується в іноземній валюті (зазвичай у євро чи в доларах США). Таким чином, підвищення курсу валюти автоматично призводить до подорожчання товару у національній валюті. Перед продавцями постає проблема в оцінюванні динаміки та темпів зміни значень фінансово-господарських показників, залежно від зміни курсу валюти чи середньомісячного доходу населення, з метою прийняття оперативних управлінських рішень, направлених на зниження рівня ризику та ступеня невизначеності в їх діяльності.

На сьогоднішній день для прогнозування показників діяльності підприємств уже розроблено та активно використовується досить велика кількість економіко-математичних моделей. Однак більшість із даних моделей є певним чином уніфікованими та не враховують специфіку Чернівецького регіону, не говорячи вже про окреме підприємство. Тому перед нами поставлено завдання побудувати економіко-математичну модель для прогнозування показників діяльності підприємств та оцінити її адекватність і відповідність одержаних результатів реальним даним.

Для побудови моделі використано інструментарій імітаційного моделювання, який являє собою метод дослідження, при якому досліджувана система замінюється моделлю, яка з достатньою точністю описує реальну систему. На основі моделі проводяться експерименти з метою отримання інформації про реальну систему.

Імітаційне моделювання — метод прикладного системного аналізу, який є потужним інструментом дослідження складних систем і процесів, у тому числі і таких, управління якими пов'язане з ухваленням рішень в умовах невизначеності [1]. У порівнянні з іншими методами імітаційне моделювання дозволяє розглядати велике число альтернатив, покращувати якість управлінських рішень і точніше прогнозувати їх наслідки.

До імітаційного моделювання зазвичай вдаються у тих випадках, коли залежності між елементами модельованих систем настільки складні і невизначені, що вони не піддаються формальному опису математичною мовою, тобто за допомогою аналітичних моделей. Таким чином імітаційні моделі доцільно застосовувати у випадку наявності складних систем, тоді коли чисто аналітичні методи або важко застосувати, або вони є неприйнятними [2].

Досить ефективним є застосування імітаційних моделей при:

— управлінні складними бізнес-процесами, коли імітаційна модель керованого економічного об'єкта використовується в якості інструментального засобу в адаптивній системі управління, створеної на основі інформаційних (комп'ютерних) технологій;

— проведенні експериментів з дискретно-безперервними моделями складних економічних об'єктів для отримання та відстеження їх динаміки в екстрених ситуаціях, що пов'язані з ризиками.

— неможливості врахування впливу багатьох факторів через значну складність об'єкта прогнозування;

— наявності високого ступеня невизначеності інформації, що стосується об'єкту, або якщо така інформації є взагалі відсутньою [3].

Основними етапами побудови імітаційної моделі є:

— розробка моделі системи на основі часткових імітаційних моделей (модулів) підсистем, об'єднаних своїми взаємодіями в єдине ціле;

— вибір інформативних (інтеграційних) характеристик об'єкта, методів їх здобуття і аналізу;

— побудова моделі впливу зовнішнього середовища на систему у вигляді сукупності імітаційних моделей на основі зовнішніх чинників;

— вибір способу дослідження імітаційної моделі відповідно до методів планування імітаційних експериментів [1].

Таким чином, основним завданням імітаційного моделювання є визначення зміни стану системи в  $n$ -вимірному просторі ( $Z_1, Z_2, \dots, Z_n$ ), а також обчислення деяких показників, що залежать від вихідних сигналів системи і характеризують її властивості.

Одним із принципів побудови моделі процесу функціонування систем є принцип дельта  $t$  ( $\Delta t$ ). Відповідно до даного принципу початковий стан системи відповідає значенню  $Z_1(t_0), Z_2(t_0), \dots, Z_n(t_0)$ . Значення  $Z_1(t_1), Z_2(t_1), \dots, Z_n(t_1)$  (де  $t_1 = t_0 + \Delta t$ ) — це стан, в якому опинилась система в наступний момент часу ( $t_1$ ). Дані значення можна визначити лише якщо відомими є початкові значення ( $t_0$ ). Таким чином, для визначення стану системи в момент часу  $t_i$  необхідно знати значення системи в момент стану  $t_{i-1}$ , за умови, що  $\Delta t = \text{const}$  [4].

Основними методами імітаційного моделювання є: аналітичний метод, метод статичного моделювання і комбінований (аналітико-статистичний) метод [5].

Аналітичний метод у більшості випадків використовується для імітації процесів для малих і простих систем, коли відсутній чинник випадковості. Наприклад, коли процес їх функціонування описаний диференційними або інтегродиференційними рівняннями. Метод названий умовно, оскільки він об'єднує можливості імітації процесу, модель якого отримана у вигляді аналітично замкнутого рішення, або рішення, отриманого методами обчислювальної математики.

Метод статистичного моделювання спочатку розвивався як метод статистичних випробувань (Монте-Карло). Це — чисельний метод, що полягає в здобутті оцінок імовірнісних характеристик, які співпадають з аналітичних завдань (наприклад, з вирішенням і обчисленням визначеного інтеграла). Надалі цей метод став застосовуватися для імітації процесів, що відбуваються в системах, усередині яких є джерело випадковості або які здатні до випадкових дій. Метод отримав назву методу статистичного моделювання [3].

Комбінований (аналітико-статистичний) метод дозволяє об'єднати переваги аналітичного і статистичного методів моделювання. Його доцільно застосовувати в тому разі, якщо модель складається з різних модулів, які являють собою набір статистичних та аналітичних моделей, і взаємодіють як єдине ціле [1].

Проте використання основних методів імітаційного моделювання в практичному управлінні залишається на сьогодні не досить поширеним. Перш за все це пов'язано із складністю відповідного математичного апарату і необхідності обробки значних масивів даних. Для вирішення даної проблеми доцільним є використання методів комп'ютерного моделювання, під яким розуміють методи вирішення задачі аналізу або синтезу складної системи на основі використання її комп'ютерної моделі. Суть комп'ютерного моделювання полягає в отриманні кількісних і якісних результатів. Якісні висновки, одержані за результатами аналізу, дозволяють виявити невідомі раніше властивості складної системи: її структуру, динаміку розвитку, стійкість, цілісність та ін. Кількісні висновки в основному носять характер прогнозу деяких майбутніх чи пояснення минулих значень змінних, що характеризують систему.

Структурно-функціональне моделювання, як один з видів комп'ютерного моделювання, використовується як при створенні опису багатомодельного комплексу, так і для формування різних діаграмних уявлень при створенні імітаційних моделей. Хоча динамічні структурно-функціональні моделі володіють широкими можливостями для аналізу безперервних, лінійних динамічних систем, що описуються диференціальними рівняннями, вони погано підходять для опису процесів в економіко-організаційних системах, де зв'язки між окремими блоками мають набагато більш широке тлумачення і рідко можуть бути зведені до деякої функції часу (сигналу) [5].

Іншим видом комп'ютерного моделювання є імітаційне моделювання, яке ґрунтується на застосуванні логіко-математичної моделі складної системи і має такі відмінності:

1. Побудова імітаційної моделі на відміну від структурно-функціонального моделювання вимагає великого обсягу детальної інформації про систему, включаючи різні логічні та кількісні співвідношення.

2. Вибір математичного апарату істотно позначається на самій імітаційній моделі і на виборі інструментальних засобів. Вибір складного математичного апарату (наприклад, систем диференціальних рівнянь у приватних похідних) або залучення великої кількості методів з різних розділів математики значно ускладнить завдання імітаційного моделювання.

3. При побудові моделі завжди доводиться вирішувати проблему вибору між складністю моделі і її точністю, зручністю використання і її універсальністю, — оскільки ці критерії, як правило, суперечливі. Зокрема, складні моделі рідко вдається довести до етапу їх прикладного застосування, оскільки не всі константи рівнянь відомі, або не всі залежності можуть бути представлені у вигляді співвідношень. З іншого боку, занадто проста модель не здатна враховувати ті чи інші особливості об'єкта чи середовища.

Саме тому побудова логіко-математичної моделі та використання її для імітаційного моделювання є досить складним завданням. Щоб якісно провести моделювання складних систем, у першу чергу необхідно досконало вивчити об'єкт моделювання, чітко розуміти призначення та мету розробки імітаційної моделі, її функціональні та аналітичні можливості і, нарешті, володіти технікою імітаційного моделювання.

У даний час на ринку інформаційних технологій представлено широкий набір спеціалізованих систем імітаційного моделювання, зокрема це такі програми, як AnyLogic, Process Charter, Statistica, Powersim, Pilgrim, Vensim та багато інших.

У даній роботі для прогнозування фінансових результатів діяльності сервісного центру «Люкс СЦ» (м. Чернівці), який займається продажем та обслуговуванням комп'ютерної та оргтехніки, нами були застосовані інструментальні засоби ситуаційного управління, засновані на системно-динамічному підході — iThink.

Якщо розглянути діяльність даного центру лише з точки зору реалізації комп'ютерної та оргтехніки, то його дохід це різниця між виручкою від реалізації товару та сумою витрат на закупку комплектуючих, заробітну плату працівників (яка залежить від обсягів реалізації), витрат на рекламу, комунальні платежі, вартість оренди приміщення і т.п.

У свою чергу на обсяг реалізації продукції впливає ряд факторів:

1) рівень націнки. Очевидно, що обсяг продажу оберненопропорційно залежить від розміру націнки на товар у порівнянні із середньоринковою націнкою (ціною) фірм-конкурентів. Чим вище націнка, тим менше людей будуть спроможні придбати даний товар. З іншої сторони, чим нижче націнка, тим більшим буде попит, але дохід з кожної одиниці товару буде нижчим;

2) ефект від поставки. Щоразу після того, як в магазині оновлюється асортимент, обсяги реалізації продукції підвищуються;

3) ефект від реклами. У разі, якщо обсяг продаж нижче певного рівня, керівництво центру, через засоби масової інформації, проводить рекламну кампанію. Ефект від реклами триває близько 10 днів;

4) акції. Проведення акцій значно підвищує обсяги реалізації продукції залишки якої на складі є досить значними. Це дозволяє реалізувати низько ліквідну комп'ютерну та оргтехніку.

Побудовану модель з урахуванням перерахованих факторів представлено на рис. 1.

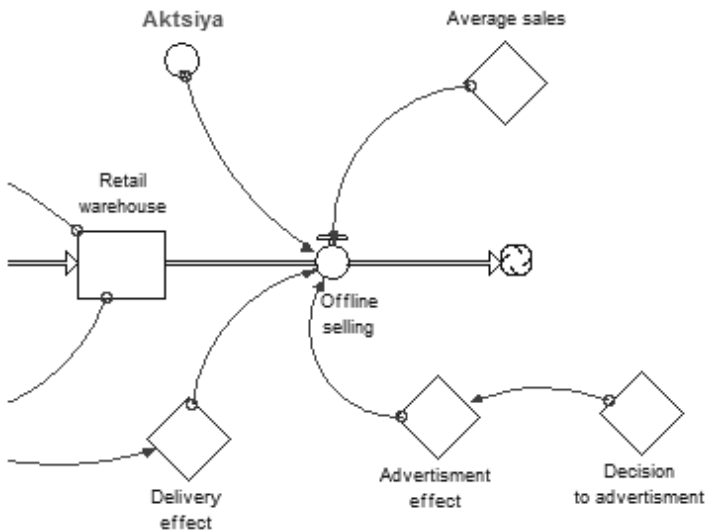


Рис. 1. Моделювання реалізації комп'ютерної та оргтехніки з урахуванням основних факторів

Формуючи план закупки комплектуючих керівництво центру повинно розрахувати необхідну їх кількість таким чином, щоб з одного боку не допустити їх дефіциту на складі, а з іншого — уникнути ситуації з їх надлишковістю.

Закупка комплектуючих проводиться в тому випадку, якщо залишок  $i$ -го виду на складі менше, ніж  $a$  одиниць. Середній обсяг закупівлі становить  $\beta_i$  (де  $i$  — це вид комплектуючої).

У моделі процес закупки комплектуючих описується таким чином: створимо склад «Warehouse», і вхідний потік «Purchasing», який визначає надходження товарів на склад. Змінний «Purchase quantity», яка впливатиме на обсяг надходжень, задамо алгоритм, який визначає залежність обсягу закупки комплектуючих від їх залишку на складі по кожній з позицій:

$$\text{If } Warehouse < a \text{ Then } \beta \text{ Else } 0 . \quad (1)$$

Закупка комплектуючих у постачальника проводиться в середньому раз на 2 тижні. Однак у випадку, якщо на складі залишок товару менше за  $a$  одиниць, закупка та відповідно поставка цих комплектуючих здійснюється позапланово. Обсяги поставки повинні бути такими, щоб після отримання комплектуючих, їх кількість на складі була не меншою за  $\beta$ .

Введемо в модель змінну «Scope of delivery», яка дозволить визначити необхідний обсяг закупки комплектуючих залежно від їх залишку на складі.

Головним завданням, яке ставиться перед керівництвом сервісного центру, є максимізація залишку коштів на рахунку підприємства (змінна — Income).

Підприємство отримує дохід від реалізації комп'ютерної та оргтехніки у вигляді націнки на комплектуючі та вартості послуг пов'язаних з ремонтом і сервісним їх обслуговуванням. На даний момент розмір націнки становить — 50 %, а вартість послуг щодо ремонту та сервісного обслуговуванням ПК становить у середньому 15 % від вартості комплектуючих.

Витрати сервісного центру умовно можна розділити за такими статтями:

1. Закупка комплектуючих (розрахунок з постачальниками за придбаний товар). Для спрощення моделі зробимо припущення, що сервісний центр розраховується із постачальником у той же день, коли реалізує одержаний раніше від нього товар. Таким чином, у даній схемі використано товарний кредит.

2. Проведення рекламної кампанії. Після одержання нового виду товару, керівництво сервісного центру проводить рекламну кампанію для залучення клієнтів з метою реалізації мало ліквідного товару. Кожна така кампанія обходиться в середньому у 1800 грн.

3. Обслуговування магазину. Сюди входять усі витрати, пов'язані з орендною платою, комунальними платежами, охороною, і т.п. Також сюди включається заробітна плата працівників сервісного центру.

Таким чином, до розробленої нами імітаційної моделі включено 3 параметри із початковими значеннями: рівень націнки (50 %), частота оновлення асортименту (30 днів), і величина грошових вкладень у рекламу (500 грн/місяць). Фактичний залишок коштів на рахунку підприємства на даний час становить 42 985,28 грн.

Для прогнозування зміни значення результуючої змінної (залишок коштів на поточному рахунку) залежно від зміни значень трьох основних показників нами було проведено ряд експериментів.

Спершу було досліджено ступінь впливу націнки на залишок коштів на рахунку. Зменшивши розмір націнки на 10 % (до 40 %) залишок коштів на рахунку знизиться до 40 406,16 грн, що на 6 % менше від початкового значення.

Тепер навпаки, збільшимо націнку на 10 %. У результаті залишок коштів на рахунку збільшиться на 859 грн і становитиме 43 844,90 грн. Таким чином, при збільшенні націнки на 10 % рівень доходу збільшиться лише на 2 %.

Збільшивши націнку на 20 %, отримаємо зменшення залишку коштів на рахунку до 25 791,31 грн. Це пояснюється суттєвим зниженням попиту на продукцію в наслідок її подорожчання. У результаті проведення ряду експериментів нами було встановлено, що при націнці в 62 %, значення результуючої змінної буде максимальним і становитиме — 44 317,82 грн (+ 3,1 %)

Зменшивши період оновлення асортименту з 30 до 20 днів нами було встановлено, що залишок коштів на поточному рахунку збільшиться на 899,34 грн (або %) і становитиме 45 217,16 грн. Даний результат доводить необхідність проведення промо акцій після кожного оновлення асортименту продукції. При цьому період оновлення рекомендується зменшити до 20 днів. Оскільки збільшивши даний період до 40 днів, значення вихідної змінної зменшилось на 2,7 % і становить 43 117,00 грн.

Третьою вхідною змінною моделі є витрати на проведення поточної реклами, які становлять 500 грн на місяць.

Припустимо, що витрати на поточну рекламу є постійними витратами і становлять у середньому 16,66 грн на день.

Проаналізуємо залежність обсягів реалізації продукції від проведення поточної реклами, при цьому зробимо припущення, що всі інші вхідні змінні на результуючу не впливають.



У результаті проведених досліджень нами було встановлено, що починаючи вже з 1-го дня затрати на рекламу починають окупуватися, а центр починає одержувати прибуток.

На жаль, ми не маємо можливість дослідити, як змінюватиметься значення результуючої змінної, якщо центр відмовиться від проведення поточної реклами.

Спробуємо визначити, як зміниться залишок коштів на рахунку, якщо керівництво сервісного центру збільшить бюджет поточної реклами із 500 грн до 1000 грн на місяць. Додамо до цих витрат і витрати центру на промо акції та рекламу нового товару (у розрахунок на 1 день). Таким чином, обсяги витрат на рекламу магазину збільшаться і складатимуть 93 грн на день. Однак значно зросте і обсяг реалізації продукції і в кінці року він уже становитиме 147 грн на день. Якщо в попередніх експериментах, де не враховувалися вкладення в рекламу магазину, максимальна сума склала 45 217,16 грн, то в результаті даного експерименту одержано результат 46 799,96 грн, що є на 3,5 % вище за попереднє максимальне значення. Отже, додаткові витрати на рекламу дозволять центру підвищити обсяг реалізації продукції в результаті чого залишок коштів на рахунку збільшиться до 46 799,96 грн, що вкотре підтверджує твердження щодо необхідності вкладання коштів у рекламу.

Подальші дослідження щодо зміни затрат на рекламу та їх вплив на виручку від реалізації продукції дозволили нам дійти висновку, що сума, витрачена на залучення одного клієнта є нижчою, за прибуток, який одержує підприємство в наслідок залучення цього клієнта.

Таким чином, за результатами проведених експериментів нами були сформовані такі управлінські рішення:

Рівень націнки. Під час дослідження імітаційної моделі було встановлено, що оптимальний розмір націнки повинен становити 62 %. У той же час не обов'язково прив'язуватися до вказаного значення, так як модель не може враховувати всі фактори внутрішнього і зовнішнього середовища підприємства. Проте навіть якщо збільшити розмір націнки з 50 % до 60 %, з впевненістю можна стверджувати, що обсяг реалізації продукції (у вартісному її вираженні) буде вищими за поточне значення. Таким чином, можна зробити висновок, що підприємство в даний час зазнає збитків через недоотримання прибутку.

Частота оновлення асортименту. Під час дослідження моделі було встановлено, що чим частіше оновлювати асортимент, тим більшим буде обсяг продаж, а, отже, і прибуток. У результаті на-

ми було доведено, що при зменшенні періоду оновлення асортименту продукції з 30 до 20 днів, обсяги реалізації продукції збільшаться на 2 %. Однак при подальшому зниженні значення цієї змінної результати будуть менш оптимістичними. Так, при оновленні асортименту кожні 15 днів обсяг реалізації продукції збільшиться всього на 1,1 %. Зниження значення цього показника в першу чергу пояснюються вартістю рекламних промо акцій. Тому рекомендуємо керівництву підприємства знизити термін оновлення асортименту продукції з 30 до 20 днів.

Витрати на рекламу. У результаті проведення ряду експериментів нами було доведено ефективність інвестування коштів у рекламу сервісного центру, зокрема при одержанні нового виду товару. При цьому витрати на рекламу та обсяги реалізації продукції є прямопропорційними. Тому слід розвивати та проводити постійну роботу над вдосконаленням рекламних кампаній, орієнтуючись у першу чергу на цільову аудиторію — студенти та люди молодого віку.

У той же час згідно теорії корисності, підприємство може інвестувати кошти у рекламу лише до певного, граничного значення, перейшовши яке можна вже одержати негативний результат — від'ємний приріст.

В якості альтернативних шляхів збуту продукції пропонуємо керівництву підприємства вкласти кошти у розвиток електронної торгівлі, шляхом розробки Інтернет магазину. Хоча це і потребує певних, можливо навіть суттєвих фінансових затрат зі сторони керівництва, але вважаємо, що воно матиме позитивний результат вже у середньотерміновому періоді, адже важко не погодитись, що торгівля через Інтернет — це досить перспективний напрямок діяльності, і його необхідно розвивати так само, як і активні продажі через звичайний магазин.

### **Література**

1. Вітлінський В. В. Аналіз, моделювання та управління економічним ризиком [Текст] / В. В. Вітлінський, П. І. Верченко. — К. : КНЕУ, 2000. — 292 с.
2. Гетьман О. О. Економіка підприємства: навчальний посібник [Текст] / О.О. Гетьман, В. М. Шаповал. — 2-ге вид. — К.: Центр учбової літератури, 2010. — 488 с.
3. Братушка С. М. Імітаційне моделювання як інструмент дослідження складних економічних систем [Текст] / С. М. Братушка // Вісник Української академії банківської справи. — 2009. — № 2 (27). — С. 113–118.

4. Комп'ютерне моделювання систем та процесів. Методи обчислень. Частина 1 : навчальний посібник / [Кветний Р. Н., Богач І. В., Бойко О. Р. та інші]; за заг. ред. Р. Н. Кветного. — Вінниця : ВНТУ, 2013.

5. *Матвійчук А. В.* Аналіз і управління економічним ризиком / А. В. Матвійчук. — К. : Центр навчальної літератури, 2005. — 347 с.

Стаття надійшла до редакції 05.06.2014 р.

УДК 311.312.027

**Мусіна Л. А.**, к.е.н.,  
докторант ДУ «Інститут економіки і прогнозування» НАН України,  
**Кваша Т. К.**,  
зав. відділення прогнозно-аналітичного забезпечення УкрІНТЕІ

## **ВПЛИВ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ТА ІННОВАЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ НА ЕКОНОМІЧНЕ ЗРОСТАННЯ В УКРАЇНІ, ЙОГО ЧИННИКИ І РЕСУРСИ**

*АНОТАЦІЯ. Викладено підхід до аналізу та оцінювання впливу інноваційної діяльності на економічний розвиток в Україні на основі розрахунку внеску багатofакторної продуктивності у економічне зростання, визначено основні фактори впливу на підвищення продуктивності.*

*ANNOTATION. The approach to analysis and impact assessment of innovation activities on economic development in Ukraine is proposed based on calculation of the multifactor productivity contribution on economic growth, the main influencing factors on increasing productivity are stated.*

*КЛЮЧОВІ СЛОВА: економічне зростання, багатofакторна продуктивність, інноваційний процес, високотехнологічні та знаннєємні види діяльності.*

*Актуальність.* На сьогодні досягнення наукової та інноваційної діяльності виступають ключовим фактором покращання якості продукції та послуг, економії трудових та матеріальних витрат, удосконалення процесів організації виробництва, росту продуктивності праці, а в цілому — економічного зростання і підвищення добробуту населення.

Країни-лідери досягли високого рівня добробуту та конкурентоспроможності завдяки успіхам в організації результативних інноваційних процесів та здатності їх інноваційних систем продуктивно використовувати досягнення технічного прогресу. Для оцінювання внеску наукової та інноваційної діяльності в економічний розвиток зарубіжними науковцями та міжнародними організаціями з середини ХХ ст. розроблено відповідні методики і проводиться моніторинг цього внеску.