

ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ УПРАВЛІННЯ ІННОВАЦІЙНИМ ПОТЕНЦІАЛОМ БУДІВЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ ХАРКІВСЬКОГО РЕГІОНУ**ECONOMIC AND MATHEMATICAL MODEL OF MANAGEMENT BY INNOVATIVE POTENTIAL OF BUILDING COMPLEX OF KHARKOV REGION**

У роботі побудовано економіко-математичну модель управління інноваційним потенціалом будівельного комплексу Харківського регіону, яка має бути інструментом, за допомогою якого стейкхолдери мали би можливість отримувати бажану економічну вигоду. Встановлено ступінь впливу кожного показника окремо і у сукупності на інноваційний потенціал усіх виділених груп стейкхолдерів. Зазначено, що якісний склад працівників державних науково-дослідних організацій, відсутність мотивації, керування лише методом підвищення заробітної платні майже не впливають на підвищення інноваційного потенціалу будівельного комплексу Харківського регіону. Доведено, що відсутність механізмів управління за рахунок коштів органів місцевої та регіональної влади не дозволяє належно розвивати та впроваджувати інноваційні технології в підприємствах будівельної галузі.

Ключові слова: управління, інноваційний потенціал, регіон, будівельний комплекс.

Постановка проблеми. Сьогодні в Україні розвиток промислових комплексів національного господарства неможливий без впровадження інноваційної політики, розвитку науки і техніки, модернізації та диверсифікації виробництва для забезпечення випуску конкурентоспроможної продукції на вітчизняному та світовому ринках.

Інноваційний потенціал будівельного комплексу регіону є складною багатокомпонентною динамічною системою, яка є важливою умовою його економічного розвитку. Наявність необхідного наукового потенціалу, технічної бази, фінансових ресурсів, вивчення потреб ринку, контроль якості продукції, розвиток технологічної інфраструктури та наявність резервів капіталу і ресурсів дасть змогу реалізувати наявний інноваційний потенціал та зробити певні кроки для можливості його підвищення.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Проблема інновацій, інноваційної діяльності, інноваційної політики, структурних трансформацій під впливом НТП присвячено велику кількість наукових праць як зарубіжних, так і вітчизняних учених. Серед них: Амоша О. І. [1], Белоусова О. М. [2], Біловодська О. А. [3], Биконя С. Ф. [4] Касьяненко В. О. [5], Лапко О. О. [6], Панас В. Я. [7] та ін.

Але ряд питань, пов'язаних з управлінням інноваційним потенціалом у будівництві на рівні регіонів, не опрацьовані достатньою мірою і потребують більш глибокого дослідження з використанням економіко-математичних методів.

Метою статті є побудова економіко-математичної моделі управління інноваційним потенціалом будівельного комплексу Харківського регіону, яка має бути інструментом, за допомогою якого стейкхолдери мали би можливість отримувати бажану економічну вигоду.

Виклад основного матеріалу. На основі методичного підходу до оцінювання впливу зовнішніх факторів на інноваційний потенціал будівельного комплексу регіонів України, який базується на теорії стейкхолдерів, автором визначено рівень інноваційного забезпечення будівельного комплексу регіонів України у 2013 р., який довів, що в Харківському регіоні рівень інноваційного забезпечення України в 2013 р. набуває середніх значень.

Це дає можливість побудувати економіко-математичну модель управління інноваційним потенціалом будівельних підприємств Харківського регіону. Економіко-математична модель побудована на прикладі будівельного комплексу Харківського регіону.

Відзначимо, що середнє значення рівня інноваційного забезпечення України було обчислено за допомогою методу середніх арифметичних рангів (результат – 68 %) та методу медіан (результат – 71 %). Тому як базові об'єкти для дослідження рівною мірою можуть бути обрані Кіровоградська (68 %), Харківська (69 %), Херсонська (69 %) та Полтавська (71 %) області.

Як елементи дослідження були обрані індекси зростання показників, які характеризують вплив стейкхолдерів на інноваційний потенціал будівельного комплексу Харківської області в 2009 – 2013 рр.

Очевидно, що результатом як позитивного, так і негативного впливу інноваційної діяльності стейкхолдерів є оцінка фінансового стану галузі, яка може бути проаналізована за такими показниками, як обсяги виробленої або реалізованої продукції, чистий прибуток підприємств і т. ін. Для побудови економіко-математичної моделі щодо оцінювання впливу стейкхолдерів автором були обрані показники зростання обсягу реалізованої продукції, причому ці показники були представлені не в абсолютних значеннях (грошових одиницях), а у відносних (відношення зазначених показників до відповідних у попередньому році). Цей вибір обумовлений, в першу чергу, тим, що коливання цін на будівельну продукцію залежить від коливання курсу національної валюти; і навіть зменшення обсягів виробництва при зростанні цін може дати результат поліпшення фінансового стану галузі, що не буде відповідати дійсності. Робота ж з відносними величинами дає можливість уникнути подібних протиріч.

При дослідженні інноваційних можливостей такого складного об'єкта господарювання, як будівництво необхідно встановити взаємний вплив на результат діяльності кожного з показників окремо та у сукупності, з'ясувати інноваційний потенціал кожної з груп стейкхолдерів, його реалізовану та нереалізовану складові.

В більшості досліджень під потенціалом підприємств, галузей приймають його ресурсну складову [8, 9]. Проведемо аналіз впливу різних за природою, одиницями виміру факторів, зміна яких у часі приводить до зміни якісних характеристик роботи будівельного комплексу Харківського регіону, виявлення їх ступеня впливу на результат та побудови механізму регулювання кількісними характеристиками обраних показників інноваційного потенціалу будівельного комплексу Харківського регіону.

Визначимо інноваційний потенціал будівельного комплексу як випадкову або детерміновану величину φ_{nz} , яка характеризує реалізовані або нереалізовані можливості підприємств будівельного комплексу при досягненні ним сукупності поставлених задач своєї економічної діяльності. Ця величина являє собою функцію, яка залежить від:

- сукупності факторів K , які описують діяльність будівельного комплексу;
- зміни величин цих факторів з часом t .

Таким чином, інноваційний потенціал галузі – це функція багатьох змінних:

$$\varphi_{nz} = f(K, t). \quad (1)$$

Вираз (1) дає змогу дослідити функціональну взаємодію компонентів потенціалу будівельного комплексу; виявити у сукупності інтегрованих показників найбільш впливові фактори; з'ясувати реалізовану та нереалізовану компоненти складових потенціалу.

Для побудови економіко-математичної моделі всі стейкхолдери були поділені на шість груп: інвестори; працівники; споживачі; органи державної та місцевої влади; постачальники; партнери.

Кількість показників, що впливають на інноваційний потенціал будівельного комплексу Харківської області, в кожній із груп стейкхолдерів різниться. Тому функція потенціалу (1) φ_{nz} в кожній групі має різну кількість змінних залежно від кількості показників $K = K(k_1, k_2, \dots, k_n)$.

Протягом періоду, за який було проведено аналіз (2009 – 2013 рр.), кожен із цих показників у всіх групах стейкхолдерів набував найбільшого та найменшого значення. Під найбільшим або найменшим значенням ми вважаємо найбільшу або найменшу зміну показника протягом дослідженого року порівняно з попереднім. Для проведення подальших обчислень кожен з аналізованих показників нормуємо по найбільшому зі значень, як це запропоновано в роботі [10]:

$$k_{ij,norm} = \frac{k_{ij}}{k_{i,max}}. \quad (2)$$

Отже, з табл. 1–6 видно, що функція (1), крім залежності від часу, залежить від різної кількості показників, що впливають на інноваційний потенціал будівельної галузі: для групи «Інвестори» - від 3; групи «Працівники» - 5; групи «Споживачі» - 3; групи «Органи державної та місцевої влади» - 7; групи «Постачальники» - 3; групи «Партнери» - 9.

Нашою метою було встановити ступінь впливу кожного показника окремо і у сукупності на інноваційний потенціал усіх виділених груп стейкхолдерів. Для з'ясування наявності та ступеня впливу однієї випадкової величини на іншу в математичній статистиці зазвичай застосовують кореляційний аналіз [11–13]. Це класичний метод стохастичного моделювання господарчої діяльності.

Він встановлює зв'язок між показниками господарчої діяльності, коли залежність між ними не є строго функціональною та може бути спотворена впливом інших випадкових факторів. Цей метод є кількісним методом визначення тісноти та напрямку зв'язку між обраними змінними величинами.

Таблиця 1

**Індекси зростання показників та їх максимальні і нормовані значення,
які характеризують вплив стейкхолдерів групи «Інвестори» на III будівельного комплексу
Харківської області в 2009 – 2013 рр.**

Інвестори		2009	2010	2011	2012	2013		
1	Обсяг фінанс. витрат за рахунок коштів власників підприємств України	0,70	0,67	1,14	0,98	1,01	k1max=	1,14
	k1norm	0,61	0,76	1,00	0,77	0,84		
2	Обсяг фінанс. витрат за рахунок коштів іноземних держав	1,11	3,35	0,30	3,56	0,90	k2max=	3,35
	k2norm	0,43	1,00	0,09	1,09	0,27		
3	Обсяг капітальних вкладень	0,25	1,11	1,16	0,19	1,36	k3max=	1,36
	k3norm	0,16	0,62	0,65	0,13	1,00		

Таблиця 2

**Індекси зростання показників та їх максимальні і нормовані значення,
які характеризують вплив стейкхолдерів групи «Споживачі» на III будівельного комплексу
Харківської області в 2009 – 2013 рр.**

Споживачі		2009	2010	2011	2012	2013		
1	Кількість будівельних підприємств з техн. інноваціями	1,24	1,10	0,67	0,57	0,55	k1max=	1,24
	k1norm	1,00	0,96	0,54	0,46	0,45		
2	Обсяг реалізованої продукції інноваційно-активними підприємствами	0,66	1,06	0,86	0,47	2,35	k2max=	2,35
	k2norm	0,28	0,45	0,37	0,20	1,00		
3	Кількість виконаних наукових та наук.-техн. робіт	0,77	0,65	1,03	0,64	1,33	k3max=	1,33
	k3norm	0,53	0,44	0,77	0,43	1,00		

Таблиця 3

**Індекси зростання показників та їх максимальні і нормовані значення,
які характеризують вплив стейкхолдерів групи «Працівники» на III будівельного комплексу
Харківської області в 2009 – 2013 рр.**

Працівники		2009	2010	2011	2012	2013		
1	Витрати на оплату праці	0,79	0,95	1,04	1,04	0,98	k1max=	1,04
	k1norm	0,76	0,91	1,00	1,00	0,94		
2	Кількість працівників-дослідників наукових організацій	0,94	0,72	1,14	0,97	0,93	k2max=	1,14
	k2norm	0,82	0,68	1,00	0,84	0,82		
3	Кількість працівників-техніків наукових організацій	0,46	0,86	1,47	0,62	0,96	k3max=	1,47
	k3norm	0,70	0,53	1,00	0,45	0,70		
4	Кількість працівників-допоміжного персоналу наукових організацій	0,90	0,55	1,18	0,95	0,96	k4max=	1,18
	k4norm	0,76	0,45	1,00	0,81	0,81		
5	Середньомісячна заробітна плата	1,09	1,12	1,14	1,16	1,06	k5max=	1,16
	k5norm	0,91	0,97	0,96	1,00	0,91		

Таблиця 4

**Індекси зростання показників та їх максимальні і нормовані значення,
які характеризують вплив стейкхолдерів групи «Постачальники» на III будівельного
комплексу Харківської області в 2009 – 2013 рр.**

Постачальники		2009	2010	2011	2012	2013		
1	Кількість буд. підприємств з техн. іннов. отриманими від постачальників	1,26	1,22	0,70	0,60	0,48	k1max=	1,26
	k1norm	1,00	0,97	0,56	0,48	0,38		
2	Матеріальні витрати при виконанні наук. та наук.-техн. робіт	0,58	0,48	1,32	0,74	1,04	k2max=	1,32
	k2norm	0,44	0,74	1,00	0,55	0,79		
3	Витрати на устаткування при виконанні наук. та наук.-техн. робіт	0,30	0,92	2,35	0,52	1,65	k3max=	2,35
	k3norm	0,13	0,39	1,00	0,22	0,70		

Таблиця 5

Індекси зростання показників та їх максимальні і нормовані значення, які характеризують вплив стейкхолдерів групи «Органи державної та місцевої влади» на ІІІ будівельного комплексу Харківської області в 2009 – 2013 рр.

Органи державної та місцевої влади	2009	2010	2011	2012	2013		
1. Обсяг фінансування витрат за рахунок коштів місц. бюджетів	0,30	0,45	2,02	0,75	0,53	k1max	2,02
k1norm	0,40	0,22	1,00	0,37	0,45		
2. Обсяг фінансування витрат за рахунок коштів держбюджету	0,37	1,10	1,00	0,02	0,55	k2max=	1,10
k2norm	0,23	1,00	0,92	0,17	0,80		
3. Обсяг фінансування витрат за рахунок коштів фондів місц. рівня	0,51	1,05	1,41	0,48	0,44	k3max=	1,41
k3norm	0,30	0,71	1,00	0,31	0,31		
4. Кількість буд. орг. з техн. інноваціями отриманими від Університетів	1,36	1,31	0,97	0,26	0,31	k4max	1,36
k4norm	1,00	0,95	0,77	0,50	0,25		
5. Кількість буд. орг. з техн. інноваціями, які отримали від державних ЦД	1,51	1,41	0,62	0,50	0,23	k5max=	1,51
k5norm	1,00	0,84	0,51	0,47	0,17		
6. Кількість буд. орг. з техн. інноваціями отриманими від центр. уряду	0,34	0,63	1,30	0,34	0,41	k6max=	1,30
k6norm	0,17	0,31	1,00	0,17	0,34		
7. Кількість буд. орг. з техн. інноваціями отриманими від місц.та регіон.	1,00	1,00	0,50	0,40	0,21	k7max=	1,00
k7norm	1,00	0,51	0,50	0,30	0,21		

Таблиця 6

Індекси зростання показників та їх максимальні і нормовані значення, які характеризують вплив стейкхолдерів групи «Партнери» на ІІІ будівельного комплексу Харківської області в 2009 – 2013 рр.

Партнери	2009	2010	2011	2012	2013		
1. Кількість буд. п.др.з техн. іннов. отриманими від комерц., приватних ННД	1,16	1,17	0,48	0,65	0,55	k1max	1,16
k1norm	1,00	0,96	0,67	0,55	0,47		
2. Кількість буд. п.др.з техн. іннов. отриманими на конф., аукціоні	1,12	1,09	0,86	0,71	0,25	k2max=	1,12
k2norm	1,00	0,97	0,77	0,63	0,22		
3. Кількість буд. п.др.з техн. іннов. отриманими з наук. журналів	0,75	0,57	1,50	2,00	1,00	k3max=	2,00
k3norm	0,48	0,34	0,75	1,00	0,50		
4. Кількість буд. п.др.з техн. іннов. отриманими від проф. асоціацій	1,02	0,95	0,75	0,63	0,26	k4max	1,02
k4norm	1,00	0,93	0,74	0,62	0,25		
5. Витрати на дослідження, ліцензії спільні компанії	0,74	0,77	1,18	0,84	0,68	k5max=	1,18
k5norm	0,73	0,71	1,00	0,82	0,63		
6. Кількість буд. п.др.з техн. іннов. що мали партнерів в Україні	1,09	1,05	0,61	0,50	0,25	k6max=	1,09
k6norm	1,00	0,96	0,56	0,46	0,23		
7. Кількість буд. п.др.з техн. іннов. що мали партнерів в Європі	0,31	0,50	1,24	0,64	0,27	k7max=	1,24
k7norm	0,25	0,48	1,00	0,68	0,22		
8. Кількість буд. п.др.з техн. іннов. що мали партнерів в США	0,71	0,43	1,25	0,90	0,22	k8max	1,25
k8norm	0,57	0,26	1,00	0,72	0,18		
9. Кількість буд. п.др.з техн. іннов. що мали партнерів в Китаї та Індії	0,33	0,70	0,57	0,50	1,00	k9max=	1,00
k9norm	0,33	0,70	0,57	0,50	1,00		

Коефіцієнт кореляції обчислюють за формулою:

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}, \quad (3)$$

де x_i , y_i - значення змінних величин, наявність зв'язку між якими встановлюється, \bar{x} , \bar{y} - їх середні значення відповідно.

Коефіцієнт кореляції показує силу зв'язку та її характер: якщо коефіцієнт додатний – зв'язок прямий, якщо від'ємний – обернений. Інтерпретація значень коефіцієнтів кореляції прийнята такою:

$r_{xy} = 0$ - зв'язку немає; $0 < |r_{xy}| < 0,3$ - зв'язок дуже слабкий; $0,3 \leq |r_{xy}| < 0,5$ - зв'язок слабкий; $0,5 \leq |r_{xy}| < 0,7$ - зв'язок середній; $0,7 \leq |r_{xy}| < 0,9$ - зв'язок високий, $0,9 \leq |r_{xy}| < 1$ - зв'язок дуже високий; $|r_{xy}| = 1$ - зв'язок повний.

Чисельний експеримент по встановленню зв'язку між індексами зростання реалізованої продукції та індексами показників впливу на інноваційний потенціал будівельного комплексу Харківської області проводився за допомогою можливостей платформи MS Excel.

За результатами кореляційного аналізу визначено, що показник «Витрати на оплату праці» має високий вплив на індекс зростання реалізованої продукції: $r_{xy} = 7,3$; зв'язок між зростанням реалізованої продукції та відповідним зростанням середньомісячної заробітної плати майже повний: $r_{xy} = 0,97 \approx 1$. У той же час, на жаль, ані кількість працівників-дослідників, ані кількість працівників-техніків, ані кількість працівників-допоміжного персоналу наукових організацій галузі «Будівництво та архітектура» жодним чином не впливають на приріст реалізованої продукції. Коефіцієнти кореляції зазначених показників відповідно набувають значень 0,27; -0,05; 0,23.

Отримані результати дали можливість зробити висновки, що вплив показників кількості підприємств будівельного комплексу з технологічними інноваціями, з найбільш важливими джерелами інформації для інноваційної діяльності, отриманими від консультантів, комерційних лабораторій, приватних НДІ; що мали партнерів в Європі та США, є середнім (значення їх коефіцієнтів кореляції відповідно 0,65; 0,64; 0,65), але дає змогу сподіватися на подальший приріст. Значення коефіцієнтів кореляції зовсім мало відрізняються від тих, що вважаються високими ($r_{xy} \geq 0,7$).

Гарним є результат високого впливу показників кількості підприємств будівельного комплексу з технологічними інноваціями, з найбільш важливими джерелами інформації для інноваційної діяльності, отриманими з наукових журналів і торгових/технічних публікацій; витратами на дослідження і розробки, виконані співвиконавцями при виконанні наукових та науково-технічних робіт у сфері «Будівництво та архітектура» (значення їх коефіцієнтів кореляції набуває величини 0,75).

У той же час відзначимо дуже слабкий вплив показників кількості підприємств будівельного комплексу з технологічними інноваціями, з найбільш важливими джерелами інформації для інноваційної діяльності, отриманими на конференціях, торгових ярмарках, виставках та від професійних та промислових асоціацій (значення їх коефіцієнтів кореляції відповідно 0,19; 0,13).

Особливе занепокоєння викликає майже відсутній зв'язок з приростом реалізованої продукції показника, який визначає кількість підприємств будівельного комплексу з технологічними інноваціями, що мали партнера з інноваційної співпраці в Україні (значення коефіцієнтів кореляції -0,097). Це цілком збігається з нашим висновком з приводу низького зв'язку відповідних показників якості фахівців науково-дослідних організацій, які обслуговують будівництво.

Для групи стейкхолдерів «Споживачі» зв'язок між індексами зростання реалізованої продукції та кількістю підприємств будівельного комплексу з технологічними інноваціями, з найбільш важливими джерелами інформації для інноваційної діяльності, отриманими від клієнтів, покупців, кількістю обсягу продукції інноваційно-активними підприємствами та кількістю виконаних наукових та науково-технічних робіт взагалі виявився слабким (або помірним) та оберненим (значення їх коефіцієнтів кореляції відповідно -0,35; -0,6; -0,33). Це є свідомством того, що відсутність грамотного управління, на жаль, призводить не до поліпшення, а навпаки, погіршення становища.

В групі стейкхолдерів «Органи державної та місцевої влади», на жаль, більшість показників, таких як кількість підприємств будівельного комплексу з технологічними інноваціями, з найбільш важливими джерелами інформації для інноваційної діяльності, отриманими від університетів та інших вищих навчальних закладів; від державних НДІ; від місцевих та регіональних органів влади мають дуже слабкий зв'язок з якісними показниками роботи підприємств будівельного комплексу Харківського регіону (значення їх коефіцієнтів кореляції відповідно 0,15; 0,12; -0,2).

Виявилось, що всі показники впливу на інноваційний потенціал групи стейкхолдерів «Постачальники» мають дуже слабкий зв'язок з результатами економічної діяльності галузі. Коефіцієнти кореляції для показників кількості підприємств будівельного комплексу Харківського регіону з технологічними інноваціями, з найбільш важливими джерелами інформації для інноваційної діяльності, отриманими від постачальників обладнання, матеріалів, компонентів, програмного забезпечення; матеріальних витрат при виконанні наукових та науково-технічних робіт; витрат на устаткування при виконанні наукових та науково-технічних робіт набувають відповідно значень -0,24; 0,3; 0,17.

В групі стейкхолдерів «Інвестори» вплив показників обсягу фінансових витрат на виконання наукових та науково-технічних робіт за рахунок коштів замовників підприємств, організацій України та обсяг капітальних вкладень для виконання наукових та науково-технічних робіт інвесторів виявився слабким або дуже слабким (відповідні значення коефіцієнтів кореляції 0,39; 0,04). Але той факт, що вплив відповідного показника обсягу фінансових витрат на виконання наукових та науково-технічних робіт за рахунок коштів іноземних держав, є помірним (коефіцієнт кореляції 0,45), дає змогу сподіватися, що подальша плідна співпраця з іноземними державами по впровадженню інноваційних технологій у будівництві та архітектурі суттєво поліпшить якісні показники роботи галузі.

У той же час зрозуміло, що глибокий аналіз економічної діяльності не може бути обмеженим виявленням впливу окремих показників на діяльність будівельного комплексу Харківського регіону. Лише інтегрований аналіз сукупної збалансованої системи показників дає можливість зробити висновки про наявність реалізованого та нереалізованого потенціалу будівельного комплексу Харківського регіону в сфері інноваційної діяльності.

Тому нами були введені векторні функції потенціалу:

$$\bar{\varphi}_i = \bar{\varphi}_i(k_1, k_2, \dots, k_n), \quad (4)$$

де i - номер групи стейкхолдерів, $k_{1norm}, k_{2norm}, \dots, k_{n,norm}$ - координати вектора – нормовані значення показників впливу на інноваційний потенціал будівельних підприємств Харківської області.

З того, що всі показники впливу ми нормували за максимальними значеннями, то максимальні значення координат векторів не перевищують одиниці. Значення нормованих показників ми обчислювали за результатами статистичних досліджень, тому ці величини утворюють компоненти векторів реалізованого потенціалу $\bar{\varphi}_i^p$:

$$\bar{\varphi}_i^p = \bar{\varphi}_i^p(k_{1norm}, k_{2norm}, \dots, k_{n,norm}). \quad (5)$$

Нереалізований потенціал – це різниця між максимально досяжним та реалізованим. За способом введення нами реалізованого потенціалу максимально досяжний має бути виражений одиничним вектором. Отже, нереалізований потенціал будемо знаходити за формулою

$$\bar{\varphi}_i^{HP} = \bar{I} - \bar{\varphi}_i^{HP}(k_{1norm}, k_{2norm}, \dots, k_{n,norm}), \quad (6)$$

де \bar{I} – одиничний вектор, який має координати $\bar{I}(1; 1; \dots; 1)$. Тому остаточна формула для обчислення нереалізованого потенціалу набуває вигляду

$$\bar{\varphi}_i^{HP} = \bar{\varphi}_i^{HP}(1 - k_{1norm}, 1 - k_{2norm}, \dots, 1 - k_{n,norm}). \quad (7)$$

З наведених визначень реалізований потенціал $\bar{\varphi}_i^p$ характеризує можливість галузі функціонувати та практично використовувати можливості, що вже існують, а нереалізований потенціал $\bar{\varphi}_i^{HP}$ – можливості подальшого розвитку.

Кількісний бік введених векторних функцій характеризують їх модулі. Модуль максимально досяжного потенціалу знаходиться за формулою

$$|\bar{I}| = \sqrt{1^2 + 1^2 + \dots + 1^2} = n. \quad (8)$$

Модуль реалізованого потенціалу всіх груп стейкхолдерів будемо обчислювати за формулою

$$|\bar{\varphi}_i^p| = \sqrt{(k_{1norm})^2 + (k_{2norm})^2 + \dots + (k_{n,norm})^2} \leq \sqrt{n}. \quad (9)$$

А модуль нереалізованого потенціалу відповідно обчислимо за формулою

$$|\bar{\varphi}_i^{HP}| = \sqrt{(1 - k_{1norm})^2 + (1 - k_{2norm})^2 + \dots + (1 - k_{n,norm})^2} \leq \sqrt{n}. \quad (10)$$

У формулах (8)–(10) n - це кількість показників у кожній групі стейкхолдерів.

Для кожної групи стейкхолдерів ми обчислили модулі векторів реалізованого та нереалізованого потенціалів та провели кореляційний аналіз з індексом зростання реалізованої продукції (табл. 7–12).

При порівнянні зміни значень величин модулів реалізованого та нереалізованого потенціалів на інноваційний потенціал протягом 2009 – 2013 рр. для інвесторів робимо висновки, що, починаючи з 2010 р., реалізований потенціал в середньому вдвічі перевищує нереалізований та на 12-20 % відрізняється від максимально досяжного.

Таблиця 7

Обчислені модулі векторів реалізованого та нереалізованого потенціалів і результати кореляційного аналізу за відповідними модулями векторів з показниками впливу на III будівельного комплексу Харківської області в 2009 – 2013 рр. для групи «Інвестори»

Інвестора	2009	2010	2011	2012	2013	Кореляційний аналіз					
						для реалізованого потенціалу			для нереалізованого потенціалу		
						Рядок 1	Рядок 2	Рядок 3	Рядок 1	Рядок 2	Рядок 3
Індекс росту реалізованої продукції	0,53	1,13	1,24	1,29	0,91						
Реалізований потенціал	0,77	1,50	1,37	1,41	1,30	Рядок 1	1		Рядок 1	1	
Нереалізований потенціал	1,12	0,30	0,42	0,62	0,74	Рядок 2	0,550463	1	Рядок 2	0,36786	1

Таблиця 8

Обчислені модулі векторів реалізованого та нереалізованого потенціалів і результати кореляційного аналізу за відповідними модулями векторів з показниками впливу на III будівельного комплексу Харківської області в 2009 – 2013 рр. для групи «Працівники»

Працівники	2009	2010	2011	2012	2013	Кореляційний аналіз					
						для реалізованого потенціалу			для нереалізованого потенціалу		
						Рядок 1	Рядок 2	Рядок 3	Рядок 1	Рядок 2	Рядок 3
Індекс росту реалізованої продукції	0,47	1,13	1,24	1,29	0,91						
Реалізований потенціал	1,29	1,69	2,23	1,89	1,88	Рядок 1	1		Рядок 1	1	
Нереалізований потенціал	0,40	0,70	0,02	0,60	0,41	Рядок 2	0,42677	1	Рядок 2	-0,13108	1

З табл. 8 видно, що вплив показників групи стейкхолдерів «Працівники» є слабким ($r_{xy} = 0,43$), незважаючи на те, що модулі вектора реалізованого потенціалу набувають майже максимальних значень. Це свідчить про те, що за умови залишення якісного складу працівників різних рівнів науково-дослідних організацій принципово змінити ситуацію не вдасться. Потенціал цієї категорії вичерпано, тому для поліпшення показників, які характеризують вплив фахівців на інноваційний потенціал галузі в цілому, необхідно прийняти рішення про реструктуризацію науково-дослідних організацій, підвищення якості підготовки фахівців з питань застосування у роботі новітніх технологій.

З табл. 9 визначено сильний обернений зв'язок індексу зростання реалізованої продукції з реалізованим інноваційним потенціалом будівельного комплексу групи стейкхолдерів-споживачів ($r_{xy} = -0,85$). Відзначимо, що величина цієї залежності значно перевищує відповідні величини кожного з показників окремо. Тому слід визнати той факт, що джерела інформації для інноваційної діяльності, отримані від клієнтів, покупців, кількість обсягу продукції інноваційно-активними підприємствами і кількість виконаних наукових та науково-технічних робіт не відповідають сучасним вимогам з розвитку будівельного комплексу Харківського регіону.

Таблиця 9

Обчислені модулі векторів реалізованого та нереалізованого потенціалів і результати кореляційного аналізу за відповідними модулями векторів з показниками впливу на III будівельного комплексу Харківської області в 2009 – 2013 рр. для групи «Споживачі»

Споживачі	2009	2010	2011	2012	2013	Кореляційний аналіз					
						для реалізованого потенціалу			для нереалізованого потенціалу		
						Рядок 1	Рядок 2	Рядок 3	Рядок 1	Рядок 2	Рядок 3
Індекс росту реалізованої продукції	0,47	1,13	1,24	1,29	0,91						
Реалізований потенціал	1,19	1,24	1,01	0,81	1,18	Рядок 1	1		Рядок 1	1	
Нереалізований потенціал	0,83	0,55	0,81	1,02	0,55	Рядок 2	-0,84887	1	Рядок 2	0,640518	1

Для групи стейкхолдерів «Споживачі» зв'язок між індексами зростання реалізованої продукції та кількістю підприємств будівельного комплексу з технологічними інноваціями, з найбільш важливими джерелами інформації для інноваційної діяльності, отриманими від клієнтів, покупців, кількістю обсягу продукції інноваційно-активними підприємствами і кількістю виконаних наукових та науково-технічних робіт взагалі виявився слабким (або помірним) та оберненим (значення їх коефіцієнтів кореляції відповідно $-0,35$; $-0,6$; $-0,33$).

Виявилося, що вплив інноваційного потенціалу органів державної та місцевої влади виявився дуже слабким ($r_{xy} = 0,22$). Це обумовлюється падінням його значення за період дослідження майже вдвічі.

Таблиця 10

Обчислені модулі векторів реалізованого та нереалізованого потенціалів і результати кореляційного аналізу за відповідними модулями векторів з показниками впливу на ІІІ будівельного комплексу Харківської області в 2009 – 2013 рр. для групи «Органи державної та місцевої влади»

Органи державної та місцевої влади	2009	2010	2011	2012	2013	Кореляційний аналіз				
						для реалізованого потенціалу	Рядок 1	Рядок 2	для нереалізованого потенціалу	Рядок 1
Індекс росту реалізованої продукції	0,42	1,14	1,24	1,24	0,43					
Реалізований потенціал	2,01	2,08	2,22	1,34	1,07	Рядок 1	1	Рядок 1	1	
Нереалізований потенціал	1,05	1,05	0,74	1,42	1,80	Рядок 2	0,277469	1	Рядок 2	-0,11131

Такий результат обумовлений різким падінням реалізованого інноваційного потенціалу органів державної та місцевої влади. Але резерв – нереалізований потенціал – дуже великий. Нехтування цією можливістю може спричинити катастрофічне падіння інноваційного потенціалу всього будівельного комплексу України.

Таблиця 11

Обчислені модулі векторів реалізованого та нереалізованого потенціалів і результати кореляційного аналізу за відповідними модулями векторів з показниками впливу на ІІІ будівельного комплексу Харківської області в 2009 – 2013 рр. для групи «Постачальники»

Постачальники	2009	2010	2011	2012	2013	Кореляційний аналіз				
						для реалізованого потенціалу	Рядок 1	Рядок 2	для нереалізованого потенціалу	Рядок 1
Індекс росту реалізованої продукції	0,32	1,18	1,24	1,25	0,31					
Реалізований потенціал	1,1	1,23	1,32	0,46	1,12	Рядок 1	1	Рядок 1	1	
Нереалізований потенціал	1,04	0,55	0,44	1,04	0,72	Рядок 2	-0,01782	1	Рядок 2	-0,19756

Проблеми, які ми виявили при дослідженні окремих показників групи стейкхолдерів «Постачальники» - майже повна відсутність кореляційного зв'язку, – знайшли своє підтвердження й при дослідженні інтегрованого показника інноваційних факторів цієї групи.

Це обумовлено, в першу чергу, тим, що значення величини реалізованого потенціалу коливається рік від року. Відсутність стабільності та велика частка нереалізованого потенціалу дозволяють стверджувати, що за умови правильного керування потенціал має бути збільшеним, що обов'язково приведе до зростання обсягів виробленої та реалізованої продукції.

Таблиця 12

Обчислені модулі векторів реалізованого та нереалізованого потенціалів і результати кореляційного аналізу за відповідними модулями векторів з показниками впливу на ІІІ будівельного комплексу Харківської області в 2009 – 2013 рр. для групи «Партнери»

Партнери	2009	2010	2011	2012	2013	Кореляційний аналіз				
						для реалізованого потенціалу	Рядок 1	Рядок 2	для нереалізованого потенціалу	Рядок 1
Індекс росту реалізованої продукції	0,42	1,14	1,24	1,24	0,43					
Реалізований потенціал	2,07	2,25	2,40	2,05	1,40	Рядок 1	1	Рядок 1	1	
Нереалізований потенціал	0,30	1,20	0,52	1,32	1,22	Рядок 2	0,317685	1	Рядок 2	-0,50093

Для групи «Партнери» слід відзначити помірний обернений зв'язок нереалізованого потенціалу з індексом зростання реалізованої продукції. При дослідженні окремих показників ми вже помітили негативний вплив на остаточний результат значення кількості підприємств будівельного комплексу Харківського регіону з технологічними інноваціями, з найбільш важливими джерелами інформації для інноваційної діяльності, отриманими на конференціях, торгових ярмарках, виставках та від професійних та промислових асоціацій і кількість будівельних підприємств з технологічними інноваціями, що мали партнера з інноваційної співпраці в Україні.

Висновки. Проведений аналіз ступеня впливу кожного показника окремо та у сукупності на інноваційний потенціал усіх виділених груп стейкхолдерів дозволив зробити висновок про недосконалість управління інноваційним потенціалом будівельного комплексу Харківського регіону. Якісний склад працівників державних науково-дослідних організацій, відсутність мотивації, керування лише методом підвищення заробітної платні майже не впливає на підвищення інноваційного потенціалу будівельного комплексу регіону.

Позитивний вплив на підвищення інноваційного потенціалу має наявність партнерів у країнах Європи та США. Зауважимо, що падіння кількості контрактів в останні роки позначилося на падінні економічних показників роботи будівельного комплексу Харківського регіону.

Існуюча система, при якій розвиток будівельного комплексу Харківського регіону відбувається лише за рахунок коштів, що виділяються центральним урядом, не є досконалою. Відсутність механізмів управління за рахунок коштів органів місцевої та регіональної влади не дозволяє належно розвивати та впроваджувати інноваційні технології в діяльність будівельного комплексу регіону.

Список використаної літератури

1. Амоша О. І. Інноваційне оновлення техніко-технологічної бази промислового виробництва на синергетичних засадах: теорія і практика / О. І. Амоша, І. П. Булієв, Г. З. Шевцова // Економіка промисловості. – 2007. – № 1. – С. 3–9.
2. Белоусова О. М. Сравнительный анализ инновационной активности субъектов Российской Федерации : монография / О. М. Белоусова, А. Б. Шаповал, Д. В. Грибанов. – М. : Издательский дом Академии Естествознания, 2011. – 196 с.
3. Механізм стратегічного управління інноваційним розвитком : монографія / за заг. ред. О. А. Біловодської. – Суми : Університетська книга, 2010. – 432 с.
4. Биконя С. Ф. Інституціональні аспекти теорії інноваційного розвитку / С. Ф. Биконя // Вісник КНУДТ. – 2003. – № 3. – С. 101–106.
5. Касьяненко В. О. Зарубіжний досвід управління інноваційним потенціалом економіки та можливості його використання в Україні / В. О. Касьяненко // Маркетинг та менеджмент інновацій. – 2011. – № 4, т. 2. – С. 200–204.
6. Лапко О. О. Науково-технічний потенціал та його розвиток / О. О. Лапко, В. П. Александрова // Економіка України : стратегія і політика довгострокового розвитку. – Київ, 2003. – 421 с.
7. Панас В. Я. Управління інноваційною діяльністю підприємства : теоретичний аспект / В. Я. Панас, С. М. Ткач // Регіональна економіка: наук.-практ. журнал. – 2013. – № 1. – С. 69–75.
8. Бородин А. И. Управление стратегическим потенциалом предприятия : монография / А. И. Бородин. – Germany : LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co KG, 2011. – 215 с.
9. Давыдова Л. В. Финансовые стратегии и подходы к определению потенциала предприятия / Л. В. Давыдова, Н. Н. Соколова // Финансы и кредит. – 2005. – Т. 6, № 36. – С. 46–49.
10. Бородин А. И. Экономико-математическая модель оценки потенциала предприятия / А. И. Бородин // Вестник Сибирского государственного аэрокосмического университета им. академика М. Ф. Решетнева. – 2012. – С. 198–202.
11. Измайлова К. В. Фінансовий аналіз : навч. посіб. / К. В. Измайлова. – Київ : МАУП, 2000. – 152 с. : іл. – Бібліогр. : С. 142–144.
12. Савицкая Г. В. Методика комплексного анализа хозяйственной деятельности / Г. В. Савицкая. – М. : ИНФРА-М, 2001. – 288 с. – (Серия «Высшее образование»).
13. Шеремет А. Д. Методика финансового анализа / А. Д. Шеремет, Р. С. Сайфулин, Е. В. Негашев – М. : ИНФРА-М, 2000. – 208 с.
14. Шелобаев С. И. Математические методы и модели в экономике, финансах, бизнесе : учеб. пособие для вузов / С. И. Шелобаев. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2001. – 367 с.

References

1. Amosha, O. I., Buliiyev, I. P., Shevtsova, G. Z. (2007), "Innovative renovation of technical and technological basis of industrial production on synergetics principles: theory and practice" ["Innovatsiyne onovlennya tehniko-tehnologichnoyi bazy promyslovoho vyrobnyctva na synerhetychnykh zasadah: teoriya i praktyka"], *Ekonomika promyslovosti*, No. 1, pp. 3–9.
2. Belousova, O. M., Shapoval, A. B., Griбанov, D. V. (2011), Comparative analysis of innovative activities of Russian Federation subjects [Srvnitelnyiy analiz innovatsionnoy aktivnosti sub'ektov Rossiyskoy Federatsii], *Izdatelskiy dom Akademii Estestvoznaniya*, Moscow, 196 p.
3. The mechanism of strategic management by innovative development (2010), [Mehanizm strategichnoho upravlinnya innovatsiynym rozvytkom], in O. A. Bilovodska (ed.), *Universytetska knyga*, Sumy, 432 p.
4. Bykonya, S. F. (2003), Institutional aspects of innovative development theory [Instytutsionalni aspekty teoriyi innovatsiynoho rozvytku], *Visnyk KNUDT*, No. 3, pp. 101–106.
5. Kasyanenko, V. O. (2011), "Foreign experience of management by economy innovative potential and possibilities of its use in Ukraine" ["Zarubizhnyy dosvid upravlinnya innovatsiynym potentsialom ekonomiki ta mozhlyvosti yoho vykorystannya v Ukrayini"], *Marketing ta menedzhment innovatsiy*, No. 4, vol. 2, pp. 200–204.

6. Lapko, O. O., Aleksandrova, V. P. (2003), Scientific and technical potential and its development [Naukovo-tehnichnyy potentsiial ta yoho rozvytok], Ekonomika Ukrainy: stratehiya i polityka dovhostrokovoho rozvytku, Kyiv, 421 p.
7. Panas, V. Ya., Tkach, S. M. (2013), "Management by enterprise innovative activities: theoretical aspect" ["Upravlinnya innovatsiynoyu diyalnistyu pidpriemstva: teoretychnyy aspekt"], *Regionalna ekonomika: nauk.-prakt. zhurnal*, No. 1, pp. 69–75.
8. Borodin, A. I. (2011), Management by enterprise strategic potential [Upravlenie strategicheskim potentsialom predpriyatiya], LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co KG, Germany, 215 p.
9. Davydova, L. V., Sokolova, N. N. (2005), "Financial strategies and approaches to the definition of enterprise potential" ["Finansovyye strategii i podhodyi k opredeleniyu potentsiala predpriyatiya"], *Finansyi i kredit*, vol. 6, No. 36, pp. 46–49.
10. Borodin, A. I. (2012), "Economic and mathematical model of enterprise potential assessment" ["Ekonomiko-matematicheskaya model otsenki potentsiala predpriyatiya"], *Vestnik Sibirskogo gosudarstvennogo aerokosmicheskogo universiteta imeni akademika M. F. Reshetneva*, pp. 198–202.
11. Izmaylova, K. V. (2000) Financial analysis [Finansoviy analiz], MAUP, Kyiv, 152 p.
12. Savitskaya, G. V. (2001), The technique of complex analysis of business environment [Metodika kompleksnogo analiza hozyaystvennoy deyatel'nosti], INFRA-M, Moscow, Seriya «Vyisshie obrazovanie», 288 p.
13. Sheremet, A. D., Sayfulin, R. S., Negashev, E. V. (2000), The technique of financial analysis [Metodika finansovogo analiza], INFRA-M, Moscow, 208 p.
14. Shelobaev, S. I. (2001), Mathematical methods and models in economy, finances, business [Matematicheskie metody i modeli v ekonomike, finansah, biznese], YuNITI-DANA, Moscow, 367 p.

O. Yakimenko

**ECONOMIC AND MATHEMATICAL MODEL OF MANAGEMENT
BY INNOVATIVE POTENTIAL OF BUILDING COMPLEX OF KHARKOV REGION**

The paper presents economic and mathematical model of management by innovative potential of building complex of Kharkov region which should be a tool by which stakeholders would have the opportunity to get the desired economic benefits.

Based on methodological approach to assess the impact of external factors on innovative potential of building complex in the regions of Ukraine, which is based on the theory of stakeholders, the author defines the level of innovative software of building complex in the regions of Ukraine in 2013, which has shown that the level of innovative software in Kharkov region in 2013 gains average value.

The analysis of factors which are different in nature and measurement units has been conducted. Their change over the time leads to changes in quality characteristics of building complex of Kharkov region.

It has been pointed out that the quality of the employees of public research organizations, the lack of motivation, managing only by increasing wages has little effect on increasing of innovative capacity of building complex of Kharkov region. It has been proved that the lack of control mechanisms at the expense of local and regional authorities impedes the development and implementation of innovative technologies in building industry enterprises.

Keywords: *management, innovative potential, region, building complex.*