

ПРОБЛЕМИ ТА ПАРАДИГМИ СТІЙКОГО РОЗВИТКУ СКЛАДНИХ СИСТЕМ В УМОВАХ ІННОВАЦІЙНОЇ ЕКОНОМІКИ

DOI: <https://doi.org/10.32620/cher.2024.4.05>

Постановка проблеми. Центральним і системним завданням усього людства сьогодні є і буде проблема забезпечення стійкого, безпечного і життєздатного розвитку і збереження світової спільноти. Проблема стійкого розвитку та розробка методики оцінки сталого розвитку техногенних систем з урахуванням когнітивних факторів у контексті інноваційної економіки. *Метою статті* – розробка інтегрованих моделей нелінійної динаміки еколого-економічних та соціогуманітарних систем в сучасних умовах, вирішення проблеми оцінки сталого розвитку техногенних систем з урахуванням когнітивних факторів у контексті інноваційної економіки, а також дослідження нових парадигм глобального стійкого розвитку складних систем. *Об'єкт дослідження* - синтез інтегрованих моделей з урахуванням гуманітарних і когнітивних змінних для оцінки сталого і безпечного розвитку, створення методологічного дослідницького інструментарію, використовуючи який можна було визначити незалежні від свідомості та волі об'єктивні глобальні цінності людей та глобальну мету розвитку людства. Особливої актуальності цей фактор набуває в умовах побудови «цифрової економіки» та в основі таких механізмів лежить ноообумовленість, ноомодельовання та інші ноосферні підходи. *Гіпотеза дослідження* – на базі використання інформаційних і інноваційних технологій розроблені і досліджені інтегровані стохастичні моделі об'єктів і процесів, придатні для умов системних криз. *Методи, використані в дослідженні:* математичні методи, моделі та інформаційних і інноваційних технологій для нелінійної динаміки еколого - економічних і соціально - гуманітарних систем розроблені і досліджені інтегровані стохастичні моделі об'єктів і процесів, придатні для умов системних криз. *Вклад основного матеріалу.* Розглянута проблема стійкого розвитку та інноваційний підхід інтегрального моделювання в тому і техногенними об'єктами і процесами як системи соціально-еколого-економічного та гуманітарного типу. Розроблені і досліджені інтегровані стохастичні моделі об'єктів і процесів, придатні для умов системних криз. Запропоновано соціальні та економічні інструменти взаємодії як фактори дослідження галузей нейроекономіки, процеси і інструменти глобального розвитку складних систем та інші. *Оригінальність та практичне значення одержаних результатів* – запропоновано вперше підхід оцінки рівня сталого розвитку складних систем на основі дев'яти факторів, у тому числі когнітивних, інноваційних, інтелектуальних та інших. *Висновки дослідження.* Узагальнено та розвинуто результати попередніх робіт авторів у вирішенні проблеми оцінювання сталого розвитку техногенної виробничої системи з урахуванням дев'яти чинників в умовах інноваційної економіки, а також запропоновано інструменти глобального розвитку та інші.

Ключові слова:

сталій розвиток, когнітивні фактори, дев'ятикутник активів, техногенні виробничі систем, інноваційна, цифрова економіка.

¹ **Рамазанов Султан Курбанович**, д-р екон. наук, д-р техн. наук, професор, професор кафедри інформаційних технологій та програмування, Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля, м. Київ, Україна.

Ramazanov Sultan, Doctor of Economic Sciences, Doctor of Technical Sciences, professor, professor of the Information Technologies and Programming Department, Volodymyr Dahl Eastern Ukrainian National University named, Kyiv, Ukraine.

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5936-7830>

e-mail: SRamazanov@i.ua

² **Редько Дар'я Олександрівна**, здобувач освіти другого (магістерського) рівня вищої освіти, спеціальність 126 Інформаційні системи та технології, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ, Україна.

Daria Redko, student of the second (master's) level of higher education, specialty 126 Information systems and technologies, National Technical University of Ukraine "Ihor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, Ukraine.

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0006-3009-0993>

e-mail: dredko25@gmail.com



PROBLEM AND PARADIGM OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF COMPLEX SYSTEMS IN THE CONDITIONS OF INNOVATIVE ECONOMY

Formulation of the problem. The central and systemic task of all mankind today is and will be the problem of ensuring sustainable, safe and viable development and preserving the world community. The problem of sustainable development and the development of a methodology for assessing the sustainable development of technogenic systems, taking into account cognitive factors in the context of an innovative economy. *The purpose of the article* is to develop integrated models of nonlinear dynamics of ecological, economic and socio-humanitarian systems in modern conditions, to solve the problem of assessing the sustainable development of technogenic systems, taking into account cognitive factors in the context of an innovative economy, as well as to study new paradigms of global sustainable development of complex systems. *The object of the study* is the synthesis of integrated models, taking into account humanitarian and cognitive variables for assessing sustainable and safe development, the creation of methodological research tools, using which it was possible to determine objective global values of people independent of consciousness and will and the global goal of the development of mankind. This factor becomes particularly relevant in the context of building a "digital economy" and the basis of such mechanisms is noo-conditionality, noo-modeling and other noospheric approaches. *The hypothesis of the study* is that based on the use of information and innovative technologies, integrated stochastic models of objects and processes suitable for the conditions of systemic crises have been developed and studied. Methods used in the study: mathematical methods, models and information and innovative technologies for the nonlinear dynamics of ecological - economic and socio-humanitarian systems, integrated stochastic models of objects and processes suitable for the conditions of systemic crises have been developed and studied. *Presentation of the main material.* The problem of sustainable development and the innovative approach of integrated modeling are considered, including technogenic objects and processes as systems of socio-ecological-economic and humanitarian type. Integrated stochastic models of objects and processes suitable for the conditions of systemic crises have been developed and studied. Social and economic interaction tools are proposed as factors for research in the fields of neuroeconomics, processes and tools for the global development of complex systems, etc. *Originality and practical significance of the results* obtained - for the first time an approach for assessing the level of sustainable development of complex systems based on nine factors, including cognitive, innovative, intellectual, and others, is proposed. *Research conclusions.* The results of previous works of the authors in solving the problem of assessing the sustainable development of a technogenic production system taking into account nine factors in the conditions of an innovative economy are generalized and developed, and tools for global development, etc. are also proposed.

Keywords:

sustainable development, cognitive factors, nine-sided asset, technogenic production systems, innovative, digital economy.

Постановка проблеми Розробка інтегрованих моделей на основі використання математичних методів, моделей та інноваційних технологій для управління та прогнозування нелінійної динаміки еколого-економічних та соціогуманітарних систем в сучасних умовах нестабільності та кризових явищ є актуальною проблемою. Синтез інтегрованих моделей з урахуванням гуманітарних і когнітивних змінних для оцінки сталого і безпечного розвитку також є важливим і актуальним. Представлено когнітивну модель нелінійної системної динаміки, що враховує динаміку гуманітарної складової з управлінням в цілому. Оскільки інноваційний капітал за своєю природою та змістом ширший за інтелектуальний, в роботі також представлено модель динаміки інноваційного капіталу для еколого-економічної та соціогуманітарної системи

(ЕЕЕСГС). Отримано розширену інтегральну модель нелінійної стохастичної динаміки ЕЕЕСГС в інноваційному просторі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Основою та парадигмами фундаментальних досліджень у роботах авторів є: системи типу "X" [1], інтегральні моделі та проблема сталого розвитку, моделі типу "NMSSD" та системи типу "SEHS" [3], конвергентні технології "NBIC" та "NBIC $\oplus$ SG" [1-4].

Актуальність і необхідність фундаментальних і прикладних досліджень у розробці та вирішенні проблем сталого розвитку визначається 17 цілями, які були прийняті всіма країнами-членами ООН у 2015 році в рамках Порядку денного у сфері сталого розвитку до 2030 року, що встановлює 15-річний план їх досягнення. Наразі спостерігається певний



прогрес у багатьох сферах, але в цілому дії з реалізації цілей ще не досягли необхідних темпів і масштабів. Ці цілі також були адаптовані та прийняті для реалізації в Україні [5, 6].

Тому **метою дослідження** є розробка інтегрованих моделей нелінійної динаміки еколого-економічних та соціогуманітарних систем в сучасних умовах, вирішення проблеми оцінки сталого розвитку техногенних систем з урахуванням когнітивних факторів у контексті інноваційної економіки, а також дослідження нових парадигм глобального стійкого розвитку складних систем.

Виклад основного матеріалу дослідження. Сьогодні визначальними факторами наукомісткого підприємства (НП) є не стільки виробничі потужності, скільки знання, ноу-хау, дослідження та розробки.

Теорія факторів виробництва (ФВ) на початок ХХІ ст. стала одним з актуальних напрямів досліджень, що охоплює методологію економічного аналізу та управління економічними суб'єктами. Основним постулатом теорії факторів виробництва є те, що співвідношення зовнішніх факторів виробництва та внутрішнього стану економічного суб'єкта визначає його стратегічну позицію у складному та багатовимірному ринковому просторі, тобто його організаційно-економічну та структурну стійкість [1-4].

Основні положення сучасної теорії ФВ можна сформулювати наступним чином: організаційно-економічна стійкість суб'єкта господарювання визначається співвідношенням наявних факторів виробництва та ефективним управлінням ними; конкурентні переваги суб'єкта господарювання залежать від наявності (в т.ч. власності) стратегічних ресурсів; ефективне управління наявними факторами виробництва забезпечується організаційними можливостями в інноваційній економіці (ІЕ); врахуванням когнітивних, стохастичних, гуманітарних та "НЕ-" факторів. Виникає логічне запитання: якими властивостями повинні володіти фактори виробництва, щоб інноваційний розвиток НП був ефективним, інтенсивним та адаптивним?

Для відповіді на це питання необхідно уточнити перелік ФВ, які відіграють ключову роль для сталого функціонування та розвитку НП, ввести поняття та дати визначення когнітивних факторів виробництва, розробити класифікацію когнітивних факторів виробництва тощо.

Для реалізації цього завдання скористаємося системною парадигмою, проаналізуємо відомі концепції КФ та визначимо основні характеристики факторів когнітивного виробництва, які визначають організаційно-економічну стійкість НП.

Когнітивні фактори виробництва (КФВ). Аналіз розвитку теорії факторів виробництва та появи їх нових видів показує, що склад і роль факторів виробництва найтіснішим чином пов'язані як зі змінами самого виробництва, так і з розвитком економічної науки, яка виявляє та пояснює появу і призначення тих чи інших факторів виробництва збільшенням можливостей для економічного зростання наукомісткого підприємства (рисунок 1).

Так, згідно з теорією людського капіталу (термін введений Г. Беккером [7-9]), запас знань, здібностей і мотивації, втілений в людині, сприяє зростанню продуктивної сили людини. Людські ресурси певною мірою схожі на природні ресурси та фізичний капітал, але в цій інтерпретації вони поділяються на дві частини. Одиницею "людського капіталу" є не сам працівник, а його знання. Однак цей капітал не існує поза його носієм. І в цьому полягає принципова відмінність людського капіталу від фізичного капіталу – машин та обладнання.

За своєю економічною сутністю людський капітал ближчий до нематеріальних основних фондів підприємства. Відповідно до теорії людського капіталу, інвестиції в людину розглядаються як джерело економічного розвитку, не менш важливе, ніж "звичайні" капітальні інвестиції. Це означає, що до людини застосовується економічний вимір.

Сучасний етап розвитку НП характеризується якісними змінами у видах суспільно значущої діяльності людини: на зміну праці, характерній для індустріального суспільства, приходить творчість у постіндустріальному суспільстві. Машинна технологія поступається місцем "інтелектуальній технології". Як наслідок, знання та інформація стають провідними факторами виробництва, що призводить до зменшення ролі матеріальних факторів виробництва. Радикальні зміни у виробничих відносинах зумовили особливі вимоги до якості людських ресурсів, виокремивши їх інтелектуальну складову і зробивши їх самостійним фактором виробництва.



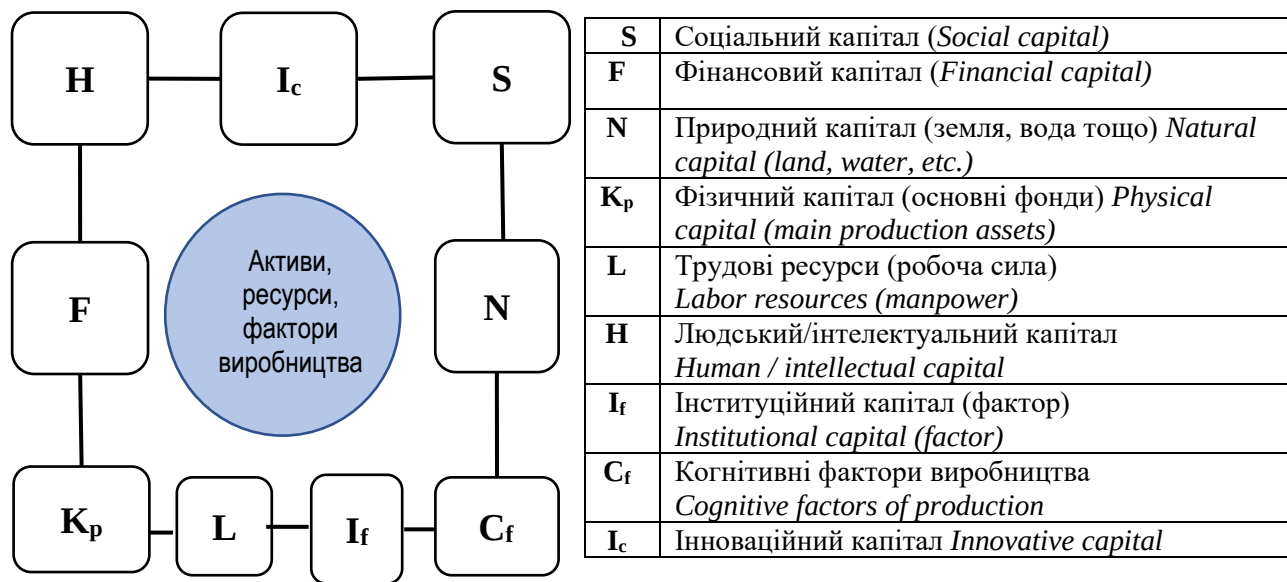


Рисунок 1 – Основні активи/ресурси, що забезпечують стійкість, безпеку та життєдіяльності системи
Джерело: складено авторами на підставі [1-3]

Введемо поняття когнітивного фактора виробництва (КФВ) – це втілена в економічному суб'єкті сукупність знань, умінь, навичок, які сприяють зростанню продуктивної сили людини у створенні затребуваного ринком інтелектуального продукту. Конвергенція інтелектуальних ресурсів і новітніх технологій як продуктивної сили зумовлює появу нових видів факторів виробництва – когнітивних факторів виробництва (КФВ, C_f), під якими розуміють специфічні, важко імітовані ресурси промислового підприємства для створення продукту і доданої вартості, затребувані ринком. КФВ розглядаються як продуктивна сила, що виникає в результаті конвергенції когнітивних здібностей людини та інформаційних технологій.

Пізнання як науково-пізнавальна дія переходить у нову якість, забезпечуючи релевантні знання для комплексних досліджень. ШІ, нейрокомп'ютери, технології різноманітних інтерфейсів, що базуються на використанні властивостей людського мозку – принципово нове середовище продуктивної діяльності людини. Використання когнітивних принципів в економіці дозволяє вивести основні виробничі процеси на інтелектуально новий рівень.

КФВ забезпечують внутрішні (ендогенні) можливості розвитку промислових підприємств і, по суті, стають одним із дже-

рел ендogenous економічного зростання [2, 3]. Управління КФВ означає появу в практиці промислових підприємств особливого виду організаційно-економічної діяльності, пов'язаної з їх ідентифікацією, ранжуванням, аналізом, оцінкою та моніторингом на всіх стадіях відтворювального циклу для досягнення цілей довгострокового еколого-економічного зростання.

Виокремлення КФВ як нового типу продуктивних сил зумовлює необхідність розробки відповідних методів і моделей управління ними, практична реалізація яких можлива завдяки механізму інтеграції в загальний управлінський контур промислового підприємства.

Ефективність методів, що використовуються в управлінні традиційними факторами виробництва, стає все менш ефективною, оскільки не враховує динаміку сучасних змін, необхідність опрацювання великого обсягу даних, структурну складність управлінських завдань, необхідність використання механізмів координації.

Вивчення теоретичних і практичних результатів управління факторами виробництва дозволило зробити висновок, що управління КФВ має бути інтегроване в загальний контур управління високотехнологічним підприємством і підтримуватися насамперед наскрізними заходами, що реалізуються через відповідні бізнес-процеси.

Зростаюча інтелектуалізація промислового виробництва сприяє тому, що відмінними рисами підприємств стають:

- значна індивідуалізація продукції в умовах високої гнучкості великосерійного виробництва;
- сучасний вектор цивілізаційного розвитку суспільства представлений інтенсивним поширенням глобальних технологій: нано-, біо-, інформаційно-комунікаційних технологій. Когнітивні технології відносяться до технологій глобального рівня, перетворюючий ефект яких надає нову якість взаємодіючим елементам і призводить до формування принципово нової технологічної платформи економічного розвитку;
- інтеграція споживачів і виробників у наскрізні процеси всього життєвого циклу продукту та ланцюжка створення вартості;
- інтеграція інформації та даних у виробничих мережах, що відображає всі аспекти вимог, проектування, розробки, виробництва, логістики, експлуатації, обслуговування тощо, тобто створення "виробничого інтелекту";
- глобалізація команд розробників продуктів/товарів, оскільки складність продуктів вимагає різноманітних компетенцій;
- формування мережевої виробничої "екосистеми" через кооперацію та зменшення бар'єрів між підприємствами та клієнтами;
- розвиток хмарних технологій як способу реалізації кастомізованого виробництва на вимогу; використання виробничих можливостей віртуальних виробничих мереж на базі об'єднаних виробничих майданчиків та їх підтримка спеціальним програмним забезпеченням;
- виокремлення та накопичення нематеріальних функцій, таких як дослідження та прогнозування ринку та попиту, формування концепції продукту, формування технічних вимог тощо; оскільки нематеріальні складові займають все більшу частку у собівартості та ціні готового продукту;
- формування ринкової вартості підприємств за рахунок знань працівників, ноу-хау, наукомістких технологій, винаходів, промислових зразків та інших нематеріальних активів. Якісна зміна факторів виробництва висуває перед промисловими підприємствами низку взаємопов'язаних завдань; Інтеграція в Індустрію 4.0, підвищен-

ня безперервності та гнучкості виробництва, перехід до гнучких виробничих систем, що забезпечують адаптацію виробничої інфраструктури до інноваційної діяльності, зміна вимог ринку вимагають інших підходів до розміщення та конфігурації ключових факторів виробництва [1, 4]:

- підвищення узгодженості у тривалості та продуктивності всіх взаємопов'язаних підрозділів промислових підприємств зумовлює облік результатів не лише за місцем застосування виробничих факторів, а й у суміжних підрозділах з точки зору їх впливу на економічні результати діяльності підприємств;
- раціональне збільшення темпів зростання витрат на НДДКР, що забезпечує реалізацію науково-технічної політики безпосередньо в процесі науково-виробничої діяльності, визначає оцінку їх взаємозв'язку з часткою виручки від реалізації нових видів продукції;
- невизначеність економічного середовища, високі ризики при розробці інноваційних продуктів створюють передумови для розробки економіко-математичних моделей, які є адекватними об'єкту дослідження та підвищують якість оцінки ефективності діяльності промислових підприємств.

Таким чином, стійке економічне зростання і розвиток сучасних промислових підприємств визначає не стільки чисельність персоналу, скільки наявність працівників, здатних вести науково-технічні розробки на сучасному рівні, створювати на їх основі конкурентоспроможну продукцію і послуги, пропонувати нові способи організації виробництва, визначати процес формування нових тенденцій техніко-технологічного розвитку в ринковому середовищі. У зв'язку з цим потрібна інша система продуктивних сил, що перевершує можливості індустріального типу виробництва та інших способів поєднання людської і матеріальної праці.

Конвергенція інтелектуальних ресурсів та інноваційних технологій як продуктивної сили зумовлює появу нових видів факторів виробництва – когнітивних факторів виробництва, під якими розуміють специфічні, важко імітовані ресурси промислового підприємства, що дозволяють створювати продукт, який користується попитом на ринку.

Когнітивність як науково-пізнавальна дія переходить у нову якість, надаючи





відповідні знання для всебічних досліджень. Штучний інтелект, нейрокомп'ютери, технології різноманітних інтерфейсів, що базуються на використанні властивостей людського мозку є принципово новим середовищем для виробничої діяльності людини.

Використання когнітивних принципів в економіці дозволяє вивести основні виробничі процеси на інтелектуально новий рівень. Когнітивні фактори виробництва забезпечують внутрішні можливості для розвитку промислових підприємств і, по суті, стають одним із джерел стійкого економічного зростання. Когнітивне управління факторами виробництва означає появу в практиці промислових підприємств специфічного виду організаційно-економічної діяльності, пов'язаної з їх ідентифікацією, ранжуванням, аналізом, оцінкою, моніторингом на всіх стадіях відтворювального циклу з метою досягнення цілей довгострокового економічного зростання.

Ідентифікація когнітивних чинників виробництва як нового типу продуктивної сили зумовлює необхідність розробки відповідних методів і моделей управління ними, практична реалізація яких можлива завдяки механізму інтеграції в загальний контур управління промисловим підприємством [1, 3, 4].

Отже, когнітивні фактори виробництва (КФВ, C_f) - це результат конвергенції інтелектуальних ресурсів / інтелектуального капіталу та інформаційних технологій:

$$IR/IC \& IT, \quad (1)$$

де IR/IC – інтелектуальний капітал у відношенні до можливостей інформаційних технологій;

IT – інформаційні технології;

& – умовний символ конвергенції.

Когнітивна основа високотехнологічної діяльності, яка включає в себе єдність знань, досвіду, творчості та інформаційних технологій. Структурними елементами КПФ є: знання, досвід, творчість та навички використання інформаційних технологій, іншими словами КФВ – це кортеж <знання, досвід, креативність, рівень використання IT, ...>.

Один з варіантів співвідношень когнітивних факторів виробництва (КФВ), людського капіталу (ЛК) та інтелектуального капіталу (ІК) за трьома параметрами порівняння.

1. Конструктивні елементи:

- КФВ: Знання, досвід, креативність, навички у використанні інформаційних си-

стем і технологій.

- ЛК: Рівень освіти, стан здоров'я.
- ІК: Ринкові активи, людські активи, інтелектуальна власність, інфраструктурні активи.

2. Методи оцінки та вимірювання:

- КФВ: Показник базується на актуальній фінансовій та бухгалтерській звітності.

- ЛК: Агреговані показники, розрахунок яких потребує великої інформаційної бази.

- ІК: Відношення ринкової вартості до балансової; Інтелектуальний коефіцієнт доданої вартості.

3. Кореляція з результатами діяльності:

- КФВ: Виробнича функція.

- ЛК: Система збалансованих показників.

- ІК: Сукупність ІК та залученого капіталу.

Зауважимо, що наведений перелік КФВ не є вичерпним, його можна і потрібно доповнювати та вдосконалювати.

Отже, КФВ – це сукупність як активних, так і інтенсивних, а також матеріальних і нематеріальних факторів виробництва:

- до матеріально-активних можна віднести ті КФВ, які втілені та безпосередньо використовуються в господарському обороті. До них належать локальні комп'ютерні мережі для обміну інформацією, гнучкі виробничі системи (ГВС), прості/складні роботи, автоматизовані системи зберігання та пошуку інформації, системи планування (ERP, ERP II), системи проектування (CFD, CAE, PLM), системи електронного документообігу, системи технічного зору;

- нематеріальні активи включають об'єкти інтелектуальної власності: ноу-хау, технічні рішення, ліцензії, патенти, бази даних, інформацію про клієнтів та постачальників тощо;

- матеріально-інтенціональні когнітивні фактори включають потенційне використання передових технологій, таких як технології доповненої реальності, технології штучного інтелекту: технології Інтернету речей, великих даних, хмарних обчислень, глибокого навчання, 5G тощо.

Зазначимо тепер також, що інноваційний капітал – одна з найважливіших і конкретних форм капіталу, що відображає можливість отримання доходу промисловими підприємствами як учасниками інноваційного кластера за рахунок розвитку інноваційної діяльності та набуття особливого статусу, зумовленого динамікою інноваційного по-

тенціалу як інституції, що здатна до перетворення на капітал унаслідок синергетичного ефекту взаємодії економічних суб'єктів у процесі інноваційного розвитку.

Інноваційний капітал з точки зору класичної економічної теорії характеризується трьома істотними рисами, а саме: це продукт минулої праці, в ролі якого виступає інноваційний потенціал; це виробничий або товарний запас у формі вироблених і готових до реалізації інновацій, а також інновацій, які потребують подальшого вдосконалення, та інновацій, що здатні до нагромадження у формі інноваційного потенціалу; це джерело доходу на основі ефективної комерціалізації інновацій [5, 7].

За своєю природою та змістом інноваційний капітал є ширшим за інтелектуальний капітал, який згідно з концепцією, представленою в роботах Б. З. Мільнера [9], складається з трьох елементів 1) людський капітал; 2) організаційний (структурний) капітал; 3) сукупний капітал. Ф. Махлуп у 1966 році, аналізуючи процеси виробництва та поширення знань у США, не применшуючи ролі та значення матеріального виробництва, аргументовано довів, що економічний розвиток "нової доби" визначається не стільки доступністю та продуктивністю матеріальних ресурсів, скільки наявністю та швидкістю поширення інформації в суспільстві та обсягом інтелектуального капіталу [7].

Актуальною проблемою формування методики розрахунку гуманітарного індексу, який має доступне статистичне підґрунтя та поряд з іншими індексами може бути використаний при моделюванні та для оцінки рівня сталого розвитку регіонів. Тому ставиться завдання розробити методику формування гуманітарного індексу для оцінки рівня сталого розвитку регіону.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Узагальнено та розвинуто результати попередніх робіт авторів у вирішенні проблеми оцінювання сталого розвитку техногенної виробничої системи з урахуванням когнітивних чинників в умовах інноваційної економіки. Інтеграційна модель сталого розвитку представлена як сімейство моделей створення інтегрованих інформаційних систем еколого-економічного та соціо-гуманітарного управління різними соціально-організаційними системами і особливо економічними об'єктами техногенної природи

для забезпечення сталого і життєздатного розвитку.

Представлено когнітивну модель нелінійної системної динаміки, що враховує динаміку гуманітарної складової з управлінням в цілому. Оскільки інноваційний капітал за своєю природою та змістом ширший за інтелектуальний, у роботі також представлено модель динаміки інноваційного капіталу для еколого-економічної та соціо-гуманітарної системи. Отримано розширену інтегральну модель нелінійної стохастичної динаміки в інноваційному просторі. Перехід до інформаційного суспільства призводить до зміни структури сукупного капіталу на користь людського капіталу, збільшення нематеріальних потоків, потоків знань, інтелектуального та інноваційного капіталу. Досліджено проблему сталого розвитку на основі 8 важливих активів, які підтримують стійкість і життєздатність. Використання цих методів дозволить підвищити ефективність рішень в управлінні техногенними виробничими системами, підвищити ефективність використання інновацій та визначити напрямки інноваційних стратегій регіонів.

Представлений результат потребує подальших досліджень, узагальнень та комп'ютерних експериментів на реальних даних.

Перелік використаних джерел:

1. Ramazanov S., Honcharenko O. The problem of estimating the sustainable development of the integrated technogenic industrial system. SHS Web of Confer. 107, 11002. M3N3 2021. <https://doi.org.10.1051/shsconf/202110711002>
2. Ramazanov S. K., Tishkov B., Honcharenko O., Hostryk A. A cognitive approach to modeling sustainable development of complex technogenic systems in the innovation economy, in: S. Semerikov, V. Soloviev, A. Matviychuk, V. Kobets, L. Kibalnyk, H. Danylchuk, A. Kiv (Eds.), Proceedings of 10th International Conference on Monitoring, M3E2-MLPEED 2022: The 10th International Conference on Monitoring, Modeling & Management of Emergent Economy, November 17-18, 2022, Virtual, online. M3E2, INSTICC, SciTePress, 2023, pp. 222-235. doi:10.5220/0011932800003432.
3. Інформаційно-інноваційні технології управління в еколого-економічних системах [Електронний ресурс]: монографія / [авт. кол.:



С. К. Рамазанов, О. П. Степаненко, С. В. Устенко та ін.]; за заг. ред. проф. С. К. Рамазанова; М-во освіти і науки України, ДВНЗ "КНЕУ ім. Вадима Гетьмана". Київ: КНЕУ, 2020. 464 с.

4. Панкратов В. А. Стратегія розвитку соціально-економічних систем на основі методологій передбачення та когнітивного моделювання: дис.... канд. техн. наук: 01.05.04 – системний аналіз і теорія оптимальних рішень. Київ, 2017. 198 с.

5. Гесць В.М., Семиноженко В.П. Інноваційні перспективи України. Харків: Константа, 2006. 272 с.

6. Zgurovsky M. Z. Sustainable development in the global and regional dimensions: analysis according to 2005. Kyiv, 2006, 84 p.

7. Makarov V. V. Nature of noise in SIMS depth profiling data (1999) [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1096-9918\(199909\)27:9<801::AID-SIA575>3.0.CO;2-Z](https://doi.org/10.1002/(SICI)1096-9918(199909)27:9<801::AID-SIA575>3.0.CO;2-Z). URL: <http://surl.li/dhiuaj> (дата доступу: 10 жовтня 2024 р.)

8. Machlup F. The Production and Distribution of Knowledge in the United States. 1962.

9. Milner H.R., Hoy A.W. A Case Study of an African American Teacher's Self-Efficacy, Stereotype Threat, and Persistence. Teaching and teacher Education. 2003. № 19. С. 263-276. [https://doi.org/10.1016/S0742-051X\(02\)00099-9](https://doi.org/10.1016/S0742-051X(02)00099-9).

References

1. Ramazanov, S., Honcharenko, O. (2021). The problem of estimating the sustainable development of the integrated technogenic industrial system. SHS Web of Confer. 107, 11002. M3N3 2021. <https://doi.org.10.1051/shsconf/202110711002>

2. Ramazanov, S. K., Tishkov, B., Honcharenko, O. and Hostryk, A. (2023). A cognitive approach to modeling sustainable development of complex technogenic systems in the innovation economy, in: S. Semerikov, V.

Soloviev, A. Matviychuk, V. Kobets, L. Kibalnyk, H. Danylchuk, A. Kiv (Eds.), Proceedings of 10th International Conference on Monitoring, M3E2-MLPEED 2022: The 10th International Conference on Monitoring, Modeling & Management of Emergent Economy, November 17-18, 2022, Virtual, online. M3E2, INSTICC, SciTePress, 222-235. doi:10.5220/0011932800003432.

3. Information and innovative management technologies in ecological and economic systems [Electronic resource]: monograph / [authors: S. K. Ramazanov , O. P. Stepanenko, S. V. Ustenko and others.]; under the general editorship of prof. S. K. Ramazanov (2020); Ministry of Education and Science of Ukraine, State Higher Educational Institution "KNEU named after Vadym Hetman". Kyiv : KNEU, 464.

4. Pankratov, V. A. (2017). Strategy for the development of socio-economic systems based on forecasting and cognitive modeling methodologies: dissertation... candidate of technical sciences. Sciences: 01.05.04 – System Analysis and Theory of Optimal Solutions. Kyiv, 198.

5. Geets, V.M., Seminozhenko, V.P. (2006). Innovative Prospects of Ukraine. Kharkiv: Constanta, 272.

6. Zgurovsky, M. Z. (2006). Sustainable development in the global and regional dimensions: analysis according to 2005. Kyiv, 84.

7. Makarov, V. V. (1999). Nature of noise in SIMS depth profiling data [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1096-9918\(199909\)27:9<801::AID-SIA575>3.0.CO;2-Z](https://doi.org/10.1002/(SICI)1096-9918(199909)27:9<801::AID-SIA575>3.0.CO;2-Z). URL: <http://surl.li/dhiuaj> (access date: October 10, 2024)

8. Machlup, F. (1962). The Production and Distribution of Knowledge in the United States.

9. Milner, H.R., Hoy, A.W. (2003). A Case Study of an African American Teacher's Self-Efficacy, Stereotype Threat, and Persistence. Teaching and teacher education, 19, 263-276. [https://doi.org/10.1016/S0742-051X\(02\)00099-9](https://doi.org/10.1016/S0742-051X(02)00099-9).

Стаття надійшла

до редакції : 27.10.2024 р.

Стаття прийнята

до друку: 30.12.2024 р.

Бібліографічний опис для цитування :

Рамазанов С. К., Редько Д. О. Проблеми та парадигми стійкого розвитку складних систем в умовах інноваційної економіки. *Часопис економічних реформ*. 2024. № 4(56). С. 47–54.

