

DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-70-112>

УДК 338.2+330.341

СМАРТ-ТРАНСФОРМАЦІЇ В РЕСУРСНО-КОМУНІКАЦІЙНІЙ МОДЕЛІ УПРАВЛІННЯ ВИРОБНИЧО-ГОСПОДАРСЬКИМ КОМПЛЕКСОМ

SMART-TRANSFORMATIONS IN THE RESOURCE-COMMUNICATION MODEL OF MANAGEMENT OF THE PRODUCTION AND ECONOMIC COMPLEX

Мельникова Марина Віталіївна

доктор економічних наук, доцент,
Інститут економіки промисловості НАН України
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5342-622X>

Melnykova Maryna

Institute of industrial economics of the NAS of Ukraine

У статті досліджено зміни в інструментах управління організаційно-економічною діяльністю виробничо-господарського комплексу в умовах використання смарт-технологій та/або переходу до смарт-виробництва. Визначено інформаційні та організаційні зміни в ресурсно-комунікаційній моделі, які дозволять забезпечити управління ресурсоемістю продукції на основі перетворення масивів даних про технологічні процеси, що генеруються смарт-обладнанням в реальному масштабі часу, в інформацію для оперативного обліку діяльності виробничо-господарського комплексу. Обґрунтовано, що в ресурсно-комунікаційній моделі управління виробничо-господарським комплексом при оцінці впливу впровадження смарт-технологій на рентабельність виробництва поряд зі зниженням ресурсоемістості продукції доцільно враховувати отримання екологічних та/або соціальних ефектів.

Ключові слова: виробничо-господарський комплекс, інструменти управління організаційно-господарською діяльністю, ресурсно-комунікаційна модель, смарт-технології, смарт-виробництво.

The article examines changes in the tools for managing the organizational and economic activities of the production and economic complex in the context of using smart-technologies and/or transitioning to smart-production. The purpose of the article is to substantiate and provide proposals for taking into account changes in the resource and communication model of management of the production and economic complex in the context of the implementation of smart technologies and the transition to smart production. Research methods: systematic approach, analysis, synthesis, comparison, generalization. Information and organizational changes in the resource and communication model have been identified, which will allow for the management of product resource intensity based on the conversion of data arrays on technological processes generated by smart equipment in real time into information for operational accounting of the activities of the production and economic complex. These changes are associated with the processing of large data sets about technological processes and the formation of economic information for the resource and communication model, which is the basis of the coordination centre of the information and computer system for managing the production and economic complex and includes software and hardware, accounting, organizational, and analytical blocks. It is proposed to include a block "technological data-economic information" in the resource-communication model, in which data arrays about technological processes generated by smart equipment in real time will be converted into operational information for financial and management accounting and transmitted to the accounting and analytical blocks. Organizational changes in the resource-communication model of the production and economic complex are associated with ensuring a coordinated transition to the use of smart technologies in the management of primary and secondary resources, including secondary energy resources, by participants in an inter-sectoral association of enterprises on the basis of industrial symbiosis (circular production, environmental safety, and comfortable living conditions for the population). It is substantiated that in the resource and communication model of managing the production and economic complex, when assessing

the impact of the introduction of smart technologies on the profitability of production, along with reducing the resource intensity of products, it is advisable to take into account the receipt of environmental and/or social effects.

Keywords: the production and economic complex, tools for managing the organizational and economic activities, resource and communication model, smart-technologies, smart-production.

Постановка проблеми. Впровадження смарт-технологій, перехід до смарт-виробництва та смарт-освіти, врахування смарт-спеціалізації регіонів, обумовлене необхідністю вирішення завдань Четвертої промислової революції та європейським вектором розвитку української економіки щодо раціонального використання ресурсів, декарбонізації виробництва і підвищення рівня екологічної безпеки, було почато в Україні ще в довоєнний період, продовжено в період воєнного стану та визначено важливим напрямом сталого повоєнного відновлення країни. Тому актуальним питанням постає дослідження проблем, пов'язаних зі змінами інструментів управління, що відбуваються при впровадженні означених вище смарт-трансформацій в діяльність великих підприємств, галузевих та міжгалузевих об'єднань підприємств, які за своєю організаційно-економічною сутністю є виробничо-господарськими комплексами (ВГК). ВГК займають важливе місце в структурі національної економіки України та приймають активну участь у вирішенні стратегічних завдань сталого розширеного відтворення, економічного зростання, науково-технічного та соціо-еколого-економічного територіального розвитку. Особливо це стосується ВГК – міжгалузевих об'єднань підприємств, які на засадах промислового симбіозу дозволяють узгоджено управляти не тільки первинними, але й вторинними ресурсами, включаючи вторинні енергоресурси, та сприяють вирішенню завдань, що визначено в таких програмних документах, як: «Стратегія розвитку індустріальних парків на 2023–2030 роки» (Розпорядження КМУ № 176-р від 24.02.2023 р.); «Про схвалення Стратегії розвитку розподіленої генерації на період до 2035 року і затвердження операційного плану заходів з її реалізації у 2024–2026 роках» (Розпорядження КМУ № 713-р від 18.07.2024 р.), «Про Національний план дій з енергоефективності на період до 2030 року» (Розпорядження КМУ № 1803-р від 29.12.2021 р.), що підкреслює актуальність та своєчасність обраної теми дослідження. При цьому особливої уваги заслуговує і те, що використання інформаційно-комп'ютерних та смарт-технологій сприяє прийняттю рішень щодо раціонального використання ресурсів ВГК.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

В останнє десятиріччя в дослідженнях вітчизняних та зарубіжних вчених і практиків достатньо докладно розглянуто аспекти смарт-розвитку на різних рівнях управління економікою. Серед них слід зазначити праці М. А. Теплюк та С. Г. Пузько [1], Н. М. Куцмус та О. М. Макаренко [2], А. А. Олешко, З. Я. Шацької та О. В. Ровнягіна [3], які розглядали смарт-економіку як систему, її вплив розвиток бізнесу в умовах глобалізації та доцільність врахування смарт-спеціалізації регіону; Ю. О. Нікітіна та О. І. Кульчицького [4], які визначили смарт-особливості організації, компанії та фабрики; Т. С. Ткачової [5], Ф. Хермана [6], С. Фуяла, Б. Дівакара та Р. Біста [7], що акцентували увагу на перспективах та бар'єрах розвитку смарт-промисловості та смарт-виробництва; І. В. Ящишиної [8], І. О. Башинської [9], Н. О. Шпак та С. Ю. Кісь [10], А. О. Чайкіної та О. С. Устенко [11], які досліджували особливості смарт-підприємств та їх системи менеджменту, а також можливості визначення цілей та завдань впровадження смарт-технологій в діяльність промислового підприємства з урахуванням європейського досвіду.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Практично всі розглянуті дослідження [4–11], пов'язані з використанням смарт-технологій та організацією смарт-виробництва для нових підприємств, тому в них значна увага приділяється збору, формуванню та обробці даних про реалізацію технологічних процесів, які пов'язуються з економічним управлінням підприємством на підставі формування єдиної інформаційної архітектури. Невирішеним залишається завдання щодо використання великих масивів даних про технологічні процеси або виробництва з використанням смарт-підходу в рамках інформаційних комп'ютерних систем управління ВГК (великим підприємством, галузевим або міжгалузевим об'єднанням підприємств) за допомогою ресурсо-комунікаційної моделі, що обумовлює мету та завдання даного дослідження.

Формулювання цілей статті. Метою статті є обґрунтування та надання пропозицій щодо врахування змін в ресурсо-комунікаційній

моделі управління виробничо-господарським комплексом в умовах впровадження смарт-технологій та переходу до смарт-виробництва.

Виклад основного матеріалу дослідження. Зважаючи на те, що ВГК – великі підприємства, галузеві та міжгалузеві об'єднання підприємств, мають можливості залучати, концентрувати та маневрувати матеріальними, трудовими та фінансовими ресурсами, підтримувати організаційну стійкість та цілісність системи управління шляхом встановлення комунікаційних зав'язків та відносин між учасниками, управління ними здійснюється як цілеспрямованими, взаємопов'язаними та взаємодіючими компонентами складної організаційно-економічної структури шляхом використання ресурсо-комунікаційної моделі [12, с. 265]. Ця модель є ядром координаційного центру, в якому вирішуються завдання розподілу повноважень учасників ВГК, узгодження їх інтересів та контроль їх діяльності. Ресурсо-комунікаційна модель забезпечує підтримку збалансованості ресурсів шляхом використання переваг оптимального бюджетування та скоординованості комунікаційних зав'язків на підставі використання складових організаційного потенціалу ВГК (організаційної структури, організації виробництва та організації господарювання) [12, с. 267]. Для обґрунтування, прийняття та реалізації рішень ресурсо-комунікаційна модель вбудовується у відповідну інформаційно-комп'ютерну систему управління ВГК, та включає чотири блоки: програмно-апаратний, обліковий, організаційний, аналітичний. Саме інформаційна система управління ВГК, в яку вбудована ресурсо-комунікаційна модель, дозволяє забезпечити прийняття рішень щодо виконання основних функцій, пов'язаних із залученням ресурсів, розподілом їх між завданнями для досягнення поставленої мети, узгодженого виконання завдань та запобігання протиріч між учасниками на підставі встановлення комунікаційних зав'язків та відносин, що сприяє самозбереженню та організаційній стійкості комплексу [12, с. 269]. За допомогою ресурсо-комунікаційної моделі також забезпечується управління ресурсоемністю та рентабельністю як двома складовими оцінки ефективності виробництва.

При прийнятті рішень щодо впровадження смарт-технологій та смарт-виробництва в діяльність існуючого ВГК ресурсо-комунікаційна модель управління повинна враховувати переваги цифрових бізнес-процесів, які дозволяють підвищити продуктивність

виробництва, забезпечити необхідну якість продукції за рахунок максимізації використання автоматизованого обладнання, прогнозування позаштатних ситуацій та мінімізації помилок пов'язаних з «людським чинником», більш ефективного планування та організації безперервного контролю виробництва в реальному масштабі часу на підставі збору, накопичення та аналізу даних, зниження витрат на ресурси, спрощення комунікацій з постачальниками та покупцями (замовниками) [6–7]. Смарт-виробництво передбачає обмін даними в режимі реального часу між фізичними об'єктами та/або їх складовими (обладнанням та/або пристроями) за такими напрямками: динаміка виробничих процесів, обсяги енергоспоживання, рух сировини, матеріалів, готової продукції, взаємодія з постачальниками, покупцями та іншими контрагентами. Взаємодія між фізичними об'єктами та/або їх складовими може здійснюватися як між собою, так і з персоналом, особливо в нештатних ситуаціях. Поряд з смарт-виробництвом важлива роль у вирішенні перелічених завдань належить смарт-мережам (включаючи технології смарт-грид), що у свою чергу дозволяє об'єднати за допомогою Інтернет фізичні об'єкти, які приймають участь у виробничому процесі, у відповідну смарт-структуру та забезпечити віддалений контроль в режимі реального часу без фізичної присутності людини на підставі використання смарт-реєстраторів та смарт-сенсорів, а також організувати збір даних про реалізацію технологічних процесів. Аналіз даних дозволяє приймати рішення, спрямовані на підтримку запланованого рівня ресурсоемності продукції та впровадження ресурсоефективного обладнання. Зазначені рішення потребують економічного обґрунтування в рамках використання ресурсо-комунікаційної моделі, тому масиви даних про технологічні процеси повинні перетворюватися в економічну інформацію. Зазначене завдання вирішується на підставі формування додаткового блоку «Технологічні дані – економічна інформація» в рамках інформаційно-комп'ютерної системи управління ВГК, в яку вбудована ресурсо-комунікаційна модель.

Розглянемо підхід до використання смарт-технологій в діяльності ВГК на прикладі задачі «Управління енергоемністю виробництва», яка передбачає: встановлення смарт-реєстраторів та смарт-сенсорів, що забезпечують дистанційний збір, обробку та передачу даних про витрати енергії процесі

виробництва в режимі реального часу керівництву та/або лінійним менеджерам; організацію контролю відповідності технічних умов використання обладнання, що має високий рівень енергоспоживання, його технічним характеристикам; ідентифікацію виробничих процесів, в яких використовується обладнання та визначення причин високого споживання ним енергії; оптимізацію структури системи енергопостачання у відповідності до вимог виробництва та прийняття рішень про заміну обладнання з високим рівнем енергоспоживання. Представлений підхід до управління енергоемністю розраховано на прийняття рішень на основі аналізу великих масивів даних про технологічні процеси. Для ресурсо-комунікаційної моделі в блоці «Технологічні дані-економічна інформація» здійснюється перетворення даних, що було отримано за допомогою смарт-реєстраторів та смарт-сенсорів в оперативну інформацію, яка передається в обліковий блок ресурсо-комунікаційної моделі, а потім використовується в аналітичному блоці для вартісної оцінки втрат при використанні обладнання з високим рівнем енергоемності та визначення вартості його заміни. Слід зазначити, що впровадження смарт-реєстраторів і смарт-сенсорів для збору даних про технологічні процеси та їх обслуговування потребують додаткових витрат та впливають на рентабельність виробництва, однак не вносять змін у ресурсо-комунікаційну модель.

Перехід від традиційного виробництва до смарт-виробництва також пов'язаний з технологічними зрушеннями та передбачає поряд вирішенням завдання щодо зниження ресурсоемності продукції, завдання підвищення енергетичної та екологічної безпеки виробництва шляхом переходу до рециклінгу (максимізації переробки ресурсів та мінімізації відходів) та розподіленої енергогенерації (використання відновлюваних та вторинних джерел енергії, включаючи скидну енергію технологічних процесів). Тому особливої уваги заслуговують зміни в організаційному блоці ресурсо-комунікаційної моделі управління ВГК – міжгалузевим об'єднанням підпри-

ємств на засадах промислового симбіозу. Ці зміни, пов'язані з переходом до циркулярного виробництва, що дозволяє знизити витрати на придбання первинних ресурсів та енергії за рахунок переробки відходів та використання скидної енергії технологічних процесів (вторинних енергоресурсів). При цьому необхідно враховувати організацію використання смарт-технологій учасниками циркулярного виробництва на всіх етапах переробки ресурсів, як первинних, так і вторинних, включаючи вторинні енергоресурси. Крім того переробка вторинних ресурсів (відходів виробництва) сприяє підвищенню екологічної безпеки, створенню комфортних умов життя населення, а використання скидної енергії технологічних процесів в міському тепlopостачанні – економії витрат місцевого бюджету. Всі ці переваги від переходу до циркулярного виробництва також слід враховувати при оцінці змін у рентабельності виробництва ВГК при переході від традиційного до смарт-виробництва та/або прийнятті рішень щодо впровадження смарт-технологій для зниження ресурсоемності виробництва. Ефекти від зазначених переваг визначаються переважно якісними показниками та порівнюються з відповідними критеріями на підставі експертного оцінювання.

Висновки. Використання смарт-технологій та перехід до смарт-виробництва в рамках ВГК мають подібності та відмінності, зумовлені не лише технологічними можливостями але й економічною доцільністю та організаційними особливостями формування інформаційних потоків для функціонального та ситуаційного управління ресурсами на основі встановлення комунікаційних зав'язків та відносин між учасниками, що у свою чергу впливає на зміни в ресурсо-комунікаційній моделі управління ВГК як в частині управління ресурсоемністю, так і рентабельністю виробництва. При оцінці впливу використання смарт-технологій на рентабельність виробництва доцільно в рамках ресурсо-комунікаційної моделі враховувати отримання екологічних та соціальних ефектів, критерії визначення яких повинно стати предметом подальших досліджень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Куцмус Н. М., Макаренко О. М. Концепція «smart-економіки»: виклики та перспективи для бізнесу в умовах глобалізації. *Економіка та суспільство*. 2024. № 67. URL: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-67-156>
2. Теплюк М. А., Пузько С. Г. Інтелектуальні драйвери побудови smart-економіки в умовах сучасних викликів розвитку глобальної економіки на засадах системного підходу. *Вчені записки КНЕУ*. 2023. Вип. 24. С. 220–232

3. Олешко А. А., Шацька З. Я., Ровнягін О. В. SMART-спеціалізація України в перспективі післявоєнного відновлення економіки. *Ефективна економіка*. 2022. № 5. DOI: 10.32702/2307-2105-2022.5.9
4. Нікітін Ю. О., Кульчицький О. І. «Smart» парадигма як основа визначення: розумна організація, розумна компанія, розумна фабрика. *Інноваційна економіка*. 2018. № 1–2 (73). С. 153–161
5. Ткачова Т. С. Розвиток розумних виробництв: реалізація концепції стратегії розвитку смарт-промисловості. *ECONOMICS: time realities*. 2020 № 3. С. 108–114
6. Herrmann F. The Smart Factory and Its Risks. *Systems*. 2018. Том 4. № 6. URL: <https://doi.org/10.3390/systems6040038>
7. Phuyal S., Diwakar B., Bista R. Challenges, opportunities and future directions of smart manufacturing: a state of art review. *Sustainable Futures* 2020. Vol. 2. P. 100023
8. Яцишина І. В. Суть та особливості смарт-підприємств. *Наукові записки Національного університету «Острозька академія». Серія «Економіка»*. 2018. № 11(39). С. 14–18.
9. Башинська І.О. SMART-підхід до визначення цілей смартизації промислового підприємства. *Вчені записки ТНУ імені В. І. Вернадського. Серія: Економіка та управління*. 2019. Том 30 (69). № 5. С. 41–46.
10. Шпак Н. О., Кісь С. Ю. Особливості формування системи менеджменту «розумними підприємствами» *Економіка та суспільство*. 2022 № 42. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2022-42-51>
11. Чайкіна А. О., Устенко О. С. Європейський досвід впровадження SMART-підходу на підприємстві. *Інфраструктура ринку*. 2020. Вип. 42. С. 211–216.
12. Мельникова М. В. Ресурсно-комунікаційний підхід до управління економічним потенціалом. *Наукові засади формування та використання економічного потенціалу*. Моногр. Черкаси: ЧНУ, 2013. С. 263–273.

REFERENCES:

1. Kutsmus N. M., Makarenko O. M. (2024). Kontsepsiia «smart-ekonomiky»: vyklyky ta perspektyvy dlia biznesu v umovakh hlobalizatsii [The concept of "smart-economy": challenges and prospects for business in the context of globalization]. *Ekonomika ta suspilstvo*. Vol. 67. URL: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-67-156> [in Ukrainian].
2. Teplyuk M. A., Puzko S. H. (2023) Intelektualni draivery pobudovy smart-ekonomiky v umovakh suchasnykh vyklykiv rozvytku hlobalnoi ekonomiky na zasadakh systemnoho pidkhodu [Intellectual drivers of building a smart-economy in the context of modern challenges of global economic development based on a systemic approach]. *Vcheni zapysky KNEU*. Vol. 24. P. 220–232 [in Ukrainian].
3. Oleshko A. A., Shatska Z. Ya., Rovniagin O. V. (2022) SMART-spetsializatsiia Ukrainy v perspektyvi pisliavoiennoho vidnovlennia ekonomiky [SMART-specialization of Ukraine in the perspective of post-war economic recovery]. *Efektivna ekonomika*. Vol. 5. DOI: 10.32702/2307-2105-2022.5.9 [in Ukrainian].
4. Nikitin Yu. O., Kulchitskyi O. I. (2018) «Smart» paradyhma yak osnova vyznachennia: rozumna orhanizatsiia, rozumna kompaniia, rozumna fabryka [The "Smart" paradigm as the basis for the definition: smart organization, smart company, smart factory]. *Innovatsiina ekonomika*. Vol. 1–2(73). P. 153–161 [in Ukrainian].
5. Tkachova T. S. (2020) Rozvytok rozumnykh vyrobnytstv: realizatsiia kontseptsii stratehii rozvytku smart-promyslovosti [Development of smart industries: implementation of the concept of a smart industry development strategy]. *ECONOMICS: time realities*. Vol. 3. P. 108-114. [in Ukrainian].
6. Herrmann Frank. (2018). The Smart Factory and Its Risks. *Systems* Vol. 4 (6). URL: <https://doi.org/10.3390/systems6040038>
7. Phuyal S., Diwakar B., Bista R. Challenges, opportunities and future directions of smart manufacturing: a state of art review. *Sustainable Futures* 2020. Vol. 2. P. 100023 DOI: 10.1016/j.sftr.2020.100023
8. Yashchyshyna I. V. (2020) Sut ta osoblyvosti smart-pidpriemstv. [The essence and features of smart enterprises]. *Naukovi zapysky Natsionalnoho universytetu «Ostrozka akademiia»*. Vol. 11(39). P. 14–18 [in Ukrainian].
9. Bashynska I. O. (2019) SMART-pidkhid do vyznachennia tsilei smartyzatsii promysloвого pidpriemstva [SMART approach to defining the goals of smartization of an industrial enterprise]. *Vcheni zapysky TNU imeni V. I. Vernadskoho. Seriia: Ekonomika ta upravlinnia*. Vol. 30 (69). No. 5. P. 41–46 [in Ukrainian].
10. Shpak N. O., Kis S. Yu. (2022) Osoblyvosti formuvannia systemy menedzhmentu «rozumnymy pidpriemstvamy» [Features formation of management system of "smart enterprises"]. *Ekonomika ta suspilstvo*. Vol. 42. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2022-42-51>[in Ukrainian].
11. Chaikina A.O., Ustenko O.S. (2020) Yevropeyskyi dosvid vprovadzhennia SMART-pidkhodu na pidpriemstvi [European experience in implementing the SMART approach at the enterprise]. *Infrastruktura rynku*. Vol. 42. P. 211–216 [in Ukrainian].
12. Melnykova M. V. (2013) Resursno-komunikatsiinyi pidkhid do upravlinnia ekonomichnym potentsialom [Resource-communication approach to economic potential management]. *Naukovi zasady formuvannia ta vykorystannia ekonomichnoho potentsialu*. Monohr. Cherkasy: ChNU. P. 263–273 [in Ukrainian].