



Отримано: 08 серпня 2018 р.

Прорецензовано: 19 серпня 2018 р.

Прийнято до друку: 27 серпня 2018 р.

e-mail: yarinaeco@gmail.com

DOI: 10.25264/2311-5149-2018-11(39)-14-18

Яцишина І. В. Суть та особливості смарт-підприємств. *Наукові записки Національного університету «Острозька академія». Серія «Економіка»* : науковий журнал. Острог : Вид-во НаУОА, грудень 2018. № 11(39). С. 14–18.

УДК: 334.716:330.341.1

JEL-класифікація: O 39

Яцишина Ірина Володимирівна,*доктор економічних наук, професор, завідувач кафедри економіки підприємства
Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка***СУТЬ ТА ОСОБЛИВОСТІ СМАРТ-ПІДПРИЄМСТВ**

Стаття присвячена теоретичному дослідженню новітнього явища в економіці XXI століття – смарт-підприємству. Узагальнено підходи до трактування поняття «смарт-підприємство», визначено їх відмінності від підприємства майбутнього, зокрема віртуальних та цифрових компаній. Виявлено базові характеристики смарт-виробництва (розумне реагування, оперативні активи, адаптивність, інформаційна доступність, збір та обробка інформації в реальному часі, оперативність реагування, екологічність, інтелектуальність, гнучкий менеджмент, тактика задля стратегії). На основі проведеного аналізу названі основні переваги смарт-виробництва, які можуть бути реалізовані в умовах розвитку інформаційної економіки.

Ключові слова: смарт-підприємство, смарт-виробництво, індустрія 4.0.

Яцишина Ірина Владимировна,*доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой экономики предприятия
Каменец-Подольского национального университета имени Ивана Огиенко***СУТЬ И ОСОБЕННОСТИ СМАРТ-ПРЕДПРИЯТИЙ**

Статья посвящена теоретическому исследованию нового явления в экономике XXI века – смарт-предприятия. Обобщены подходы к трактовке понятия «смарт-предприятие», определены их отличия от предприятия будущего, в частности виртуальных и цифровых компаний. Выведены базовые характеристики смарт-производства (разумное реагирования, оперативные активы, адаптивность, информационная доступность, сбор и обработка информации в реальном времени, оперативность реагирования, экологичность, интеллектуальность, гибкий менеджмент, тактика для стратегии). На основе проведенного анализа названы основные преимущества смарт-производства, которые могут быть реализованы в условиях развития информационной экономики.

Ключевые слова: смарт-предприятие, смарт-производство, индустрия 4.0.

Iryna Yashchyshyna,*Doctor of Sciences in Economics, Professor, Head of the Department of Enterprise Economics,
Kamianets-Podilskyi National Ivan Ohienko University***NATURE AND FEATURES OF SMART FACTORY**

The article is devoted to the theoretical research of the newest phenomenon in the economy of the XXI century - a Smart Factory. The theoretical approaches to the interpretation of the concept of "Smart Factory" are generalized. It has been established that the Smart Factory in the most general form is called the implementation of the concept of "digitalization" of industrial and infrastructural productions in order to improve their operational and business efficiency. Based on literary sources, the "Smart Factory" is distinguished from the "Factory of the Future", which includes not only smart factory, but also Virtual and Digital companies, each of which has its purpose and means of its implementation. Smart Factory is a component of the Industry 4.0 concept and is based on the use of nine significant results of scientific and technological progress achieved at the end of the 20th and early 21st centuries: 1) Big Data and Analytics; 2) Autonomous Robots; 3) Simulation; 4) Horizontal and Vertical System Integration; 5) The Industrial Internet of Things; 6) Cybersecurity; 7) The Cloud; 8) Additive Manufacturing; 9) Augmented Reality. The basic characteristics of Smart Production (smart response, operational assets, adaptability, information accessibility, real-time data collection and processing, responsiveness, environmental friendliness, intelligence, flexible management, tactics for strategy) are revealed. On the basis of the analysis, the main advantages of smart factory (the possibility of mass production of products with individual characteristics, greater speed and flexibility of all production and logistics processes, increase of safety in dangerous industrial conditions, improvement of quality of manufactured goods and services), which can be implemented in conditions development of information economy.

Key words: smart enterprise, smart production, industry 4.0.

Постановка проблеми. Початок XXI століття у світовому масштабі визначається активним переходом багатьох країн до нової якості економічного зростання на основі новітніх технологій і так званої 4-ї промислової революції, широкого розвитку інноваційно-інформаційної економіки, визнанням інно-



вацій основним джерелом соціально-економічних зрушень. У таких умовах серйозно трансформуються організаційно-управлінські аспекти функціонування підприємств. Зокрема у практиці господарювання з'являються і поступово розповсюджуються так звані смарт-підприємства, що володіють суттєвим потенціалом розвитку в умовах інформаційної економіки, однак залишаються малодослідженими.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Вивченням смарт-підприємств займаються окремі наукові інституції, зокрема Штутгартський університет здійснює пошуки методологічних обґрунтувань такого явища, прикладні аспекти досліджує міжнародна консалтингова компанія McKinsey, у нашій країні перші кроки щодо впровадження та перспективи розвитку смарт-промисловості вивчає громадська організація Рух «Індустрія 4.0 в Україні». Фактично науковці лише розпочали процес акумулювання знання щодо смарт-підприємств, що є складником найбільш значущої на сьогодні концепції розвитку економіки та суспільства «Індустрія 4.0», яка була репрезентована широкому загалу на 46-му Всесвітньому економічному форумі в Давосі в січні 2016 р.

Мета і завдання дослідження. Ціллю статті є виявити сутнісні характеристики та особливості смарт-підприємств, що дозволяють їх виокремити в окрему групу.

Виклад основного матеріалу. У XXI ст. починає формуватись низка новітніх характеристик поняття «підприємство», що зумовлено виникненням нових трендів світогосподарського розвитку, до яких відносять [1]: розвиток технологій управління клієнтським досвідом; перехід від масового виробництва однакових виробів до «масової кастомізації»; глокалізацію, що приходить на зміну глобалізації; промисловий інтернет; можливості дистанційного керування виробництвом; 3D-друк; смарт-інновації, смарт-об'єкти; розвиток автоматизації й роботизації; необхідність дотримання глобальних стандартів; стабільне зростання всього: населення, економіки, науки, технологій, проблем екології.

Усі ці процеси стимулюють формування та розвиток смарт-підприємств [2]. Поняття «смарт-підприємства» є достатньо маловивченим у сучасній економічній науці, однак певні підходи до його трактування вже сформувались (табл. 1).

Таблиця 1

Підходи до тлумачення поняття «смарт-підприємство»

Автори	Тлумачення
Вишне夫斯基 В.П., Князев С.І. [3]	гнучке кіберфізичне виробництво, що забезпечує точне налаштування на споживача й засноване на використанні великих даних
Lucke D., Constantinescu C., Westkaemper E. [4]	виробнича система, яка, будучи обізнаною про контекст, допомагає співробітникам і обладнанню у виконанні своїх завдань; підприємство, здатне справлятися з турбулентністю виробничого процесу в режимі реального часу за допомогою використання децентралізованої інформаційно-комунікаційної структури для управління виробничим процесом
Teresko J. [5]	роботизована система виробництва
Масютин С.А. [6]	засноване на міжмашинних взаємовідносинах і передбачає обмін даними між учасниками виробничого процесу, що дозволяє створювати одиничний продукт за ціною масового (продуманий завод)
Головков В.Г., Пашко С.А. [7]	максимально інтенсивне і всеосяжне використання мережевих інформаційних технологій і кіберфізичних систем на всіх етапах виробництва продукції та її постачання
Літвинов П. [8]	інноваційне гнучке промислове виробництво, основними ознаками якого є: 1) модульність (на противагу теперішньому єдиному неподільному виробництву); 2) розподіленість або децентралізована самоорганізація (на противагу сьогоднішній жорсткій ієрархічній структурі виробництва); 3) бездротова система комунікації між усім, що задіяне та використовується у виробництві (сировина, деталі, обладнання, устаткування тощо), зокрема й працівниками

Складено за джерелами [3–8].

У найбільш загальному значенні під «смарт-підприємством» (від англ. smart factory, «розумне виробництво») мають на увазі концепцією «цифровізації» промислових та інфраструктурних виробництв із метою покращення їх операційної та бізнес-ефективності. «Розумні» виробництва, «розумні» заводи, «розумні» підприємства (smart factory) як термін використовується в різних сенсах залежно від контексту. Іноді під цим розуміється будь-яка роботизована система виробництва; виробники обладнання схильні додавати прикметник «розумний» (intelligent, smart) в опис своїх верстатів, коли йдеться лише про виняткові характеристики швидкості роботи, точності або продуктивності [5]. Більш фундаментальне визначення дають дослідники зі Штутгартського університету, які розуміють під «розумним» підприємством таку виробничу систему, яка, будучи обізнаною про контекст, допомагає співробітникам і обладнанню у виконанні своїх завдань [6]. Ця точка зору опирається на уявлення про «розумне» підприємство як про середовище виробництва, здатне справлятися з турбулентністю виробничого процесу

в режимі реального часу за допомогою використання децентралізованої інформаційно-комунікаційної структури для управління виробничим процесом.

У Білій книзі промислової політики Фландрії [9] центральне місце у структурних змінах економіки відведено саме підприємству майбутнього (factory of the future). У документі під цим розуміється концепція організації виробництва, сфокусована на кооперації, підвищенні екологічності та нових трудових відносинах. У рамках цієї концепції стираються чіткі межі між виробничим майданчиком і постачальником, між споживачами, співробітниками й дослідниками, між виробництвом та наданням послуг. Підприємство є хабом, що об'єднує в собі три стратегічних елементи політики трансформації економіки: 1) процесні і продуктові інновації; 2) напрямки трансформації залежно від типу промисловості (виробництво, обробка, наукомістка промисловість, переробка сировини); 3) характерний для системи підхід на рівні ланцюжка створення вартості.

Нерідко Smart Factory використовується як повний синонім словосполучення Factories of the Future, що не зовсім правильно. Останнє є більш містким поняттям і включає в себе не тільки «розумні» підприємства, а й віртуальні та цифрові компанії. Е.Філо, координатор ІКТ-проектів в Factories of the Future сьомої Рамкової програми Європейського союзу [10, 11], розділяє ці три види компаній за метою створення, засобами досягнення мети й акцентами в роботі. Так, «розумні» підприємства мають за мету більш широке використання засобів автоматизації, покращений контроль та оптимізацію процесів. Віртуальні компанії створюються з метою управління ланцюгами поставок, а також для того, щоб створювати цінність за допомогою об'єднання продуктів і послуг. Інший варіант інтерпретації смарт-компаній – це об'єднання віртуальних активів і віртуальних способів управління [12]. Для досягнення своїх цілей «розумні» підприємства використовують спеціалізоване програмне забезпечення, лазери і пристрої зі штучним інтелектом та інфраструктуру підприємства. Віртуальні організації задіюють для роботи ПЗ, щоб забезпечувати взаємодію між розподіленими в просторі виробничими активами і здійснювати управління цими активами; крім того, пропонуються нові бізнес-моделі й ідеї створення цінності.

Акценти в кожному з типів підприємств розподіляються так [13]. Smart factories найбільшу увагу приділяють продуктивності всієї організації (зменшення відходів, споживання електроенергії, скорочення часу виведення нового виробу на ринок, підвищення якості). Віртуальні підприємства акцентують увагу на продуктивності ланцюжка поставок (продукти з високою цінністю, збереження робочих місць у своєму регіоні, прозорість процесу, захист прав інтелектуальної власності, зниження викидів CO₂). Цифрові компанії прагнуть до підвищення ефективності розробки й дизайну нового виробу (зниження числа помилок розробки, більш ергономічні товари, менше відходів і доопрацювання, скорочення часу виведення нового виробу на ринок). Отож, можна розмежувати «підприємства майбутнього» (factories of the future) і «розумні» підприємства, які співвідносяться як загальне і часткове.

Серед прикметних рис «розумних» виробництв виділяють такі [13]:

1. Здатність до «розумної» дії й «розумного» реагування, яке максимально збільшує технічну ефективність, ефективність витрат і вигод завдяки плануванню, постійному моніторингу й безперервності навчання.

2. «Оперативні активи» (працівники, завод, обладнання, операційні моделі та бази даних) інтегровані й обізнані про свій стан завдяки системі сенсорів. Периферійні пристрої, виконавчі механізми й виробничі обладнання мають здатності до обробки інформації та оснащені сенсорами для автоматичного самоаналізу.

3. Адаптивність. Обладнання «розумного» виробництва здатне виявити позаштатні ситуації і пристосуватися до них. Система має здатність адекватно функціонувати залежно від мінливих обставин.

4. Інформаційна доступність. Обладнання має повний доступ до необхідної інформації в будь-який час роботи.

5. Реальність. Для запобігання аварій в рамках «розумного» виробництва здійснюється збір інформації в реальному часі.

6. Оперативність. Система має здатність до оперативного реагування на зміни й неполадки в технологічному процесі.

7. Екологічність. «Розумне» виробництво є екологічно стійким, використовує рециклінг і володіє мінімальним впливом на довкілля.

8. Інтелектуальність. Необхідною рисою «розумного» виробництва є висококваліфікована робоча сила.

9. Гнучкий менеджмент. Система володіє розумінням меж автоматичної дії і постачає всю необхідну інформацію операторам та управлінцям для прийняття необхідних рішень.

10. Тактика задля стратегії. Працівники «розумного» виробництва навчені для здійснення дій, що забезпечують стратегічну ефективність підприємства.

Науковці систематизують цілі розумного виробництва (табл. 2).

Таблиця 2

Цілі смарт-виробництва

Продуктивність	Перевага нових технологій	Енергозбереження
Поліпшення швидкості роботи	Скорочення часу очікування обладнання, коротший час такту, велика продуктивність обладнання, скорочення часу виконання	Скорочення споживання енергії
Поліпшення виробничої ефективності	Скорочення часу виробництва, оптимальне енергопостачання на основі систематичних операцій	Поліпшення ефективності енергоспоживання
Зниження вартості продукції	Впровадження високоєфективного обладнання, більш ефективне управління енергоспоживанням	Просування енергозберігальних технологій
Зниження втрати якості	Скорочення частоти виникнення несправностей і втрати часу, усунення марнотратства (бездіяльних операцій) і відхилень	Мінімізація втрат енергії

Джерело [2].

Смарт-підприємство – це не обов’язково звична нашим уявленням «основна ланка виробництва» із значними виробничими потужностями, основними фондами, виробничим персоналом, складами сировини та напівфабрикатів, що спрямовує свою діяльність на масове виробництво; це може бути 3D-принтер у жилій кімнаті, на якому одна людина із відповідними знаннями виробляє продукт для власного споживання або продажу на ринку під індивідуальне замовлення. При цьому, як наголошують науковці, залишаться і промисловість, яка трансформується у смарт-промисловість. Дослідники смарт-промисловості трактують її як «комплекс смарт заводів, об’єднаних через глобальні комп’ютерні мережі з дослідниками і розробниками, постачальниками, дистриб’юторами, кінцевими споживачами та ін.» [14]. Прецедентом, який підтверджує життєвість таких форм, може служити «надрукований» 3D-принтером кузов авто, оснащений електроприводом, – він був виготовлений не в цеху автозаводу, а прямо під час шоу безпосередньо в експозиційному павільйоні виставки, на очах у публіки [15]. Смарт-підприємство може розглядатися з точки зору взаємодії апаратних засобів, первинних даних, програмного забезпечення, штучного й людського інтелекту. Дані, отримані за допомогою датчиків, лог-файлів і пошукових робіт від фізичних пристроїв і комп’ютерних мереж, збираються, передаються, попередньо опрацьовуються, зберігаються, візуалізуються, аналізуються й застосовуються висококваліфікованим персоналом для моделювання та подальшого вдосконалення промислових продуктів і виробничих процесів.

На думку дослідників та аналітиків [16, с. 3], смарт-виробництво є складником концепції Індустрії 4.0 і базується на використанні дев’яти вагомих результатів науково-технологічного прогресу кінця ХХ – початку ХХІ ст.: 1) великі дані та їх аналіз (Big Data and Analytics); 2) автономні роботи (Autonomous Robots); 3) моделювання (Simulation); 4) горизонтальна та вертикальна системна інтеграція (Horizontal and Vertical System Integration); 5) промисловий інтернет речей (The Industrial Internet of Things); 6) кібербезпека (Cybersecurity); 7) хмари (The Cloud); 8) адитивне (додаткове) виробництво (Additive Manufacturing); 9) розширена (або віртуальна) реальність (Augmented Reality).

Головна ідея, яка стоїть за всіма цими мережевими взаємодіями, полягає в тому, що опрацювання й аналіз детальних даних, отримуваних за допомогою ICT у режимі реального часу про стан будь-якого процесу або продукту – від замовлення і до споживання готової продукції, – дозволяють забезпечити гнучкість виробництва у відповідь на зміни й виклики зовнішнього середовища [17, с. 51–52].

До основних переваг «розумного виробництва» варто віднести таке: 1) можливість масового виробництва продукції з індивідуальними характеристиками; 2) більша швидкість і гнучкість усіх виробничих і логістичних процесів; 3) підвищення безпеки в небезпечних виробничих умовах; 4) підвищення якості виготовлених товарів і послуг.

Висновки. Наприкінці ХХ – початку ХХІ ст. формується окрема група смарт-підприємств, що ґрунтуються на впровадженні концепції цифровізації для оптимізації бізнес-процесів і підвищення економічної ефективності. Враховуючи переваги розумних підприємств, їх розвиток у глобальному та національному масштабах бачиться досить оптимістичним. Згідно з даними Mc Kinsey 2016 року, більше 80% керівників промислових підприємств промислово розвинутих країн вірять, що технології 4.0 докорінно змінять ландшафт індустрій в найближчі 5–10 років, 30% із них уже інвестують у ці технології. В Україні процес смартифікації виробництва уже розпочався, однак потребує подальших досліджень як у теоретичній, так і в прикладній площині.

**Література:**

1. Михайлов О.М. Індустрія 4.0. Асоціація Підприємств Промислової Автоматизації України. URL: <https://aprau.org.ua/publications/industriya-4-0-4-industrialna-revolyutsiya/>.
2. Белая книга. Завод будущего. Женева : Международная Электротехническая Комиссия, 2015. 52 с.
3. Вишневецький В.П., Князев С.І. Смарт промисловість: перспективи і проблеми. *Економіка України*. 2017. № 7. С. 22–37.
4. Lucke D., Constantinescu C., Westkaemper E. Smart Factory – A Step towards the Next Generation of Manufacturing. *Manufacturing Systems and Technologies for the New Frontier*. London : Springer, 2008. P. 115–118.
5. Teresko J. Reaching for a smarter factory. *Industry Week*. 2007. Vol. 256, Issue 9. P. 29–33.
6. Масютин С.А. Базовая стратегия предприятия в условиях перехода к концепции «Индустрия4.0» URL: http://www.ruselprom.ru/upload/iblock/3c5/elmash_2018_masutin.pdf.
7. Головков В.Г., Пашко С.А. Умное производство URL: <https://www.scienceforum.ru/2018/3209/3758>.
8. Жемлиханов Т. «Индустрия 4.0»: революция без потерь? *Электротехнический рынок*. 2015. № 5–6. С. 32–36.
9. White paper: A new industrial policy for Flanders. May, 2011. URL: http://www.kuleuven.be/industrieelonderzoeksfonds/nieuws/Witboek_EN_H.pdf.
10. Europa FP7 EC Website. URL : <http://www.ec.europa.eu>.
11. Filos E. Factories of the Future & Next ICT Calls European Commission, Information Society and Medics. 2010. 9.07. URL: http://ec.europa.eu/research/industrial_technologies/lists/factories-of-the-future_en.html.
12. Уорнер М., Витцель М. Виртуальные организации. Новые формы ведения бизнеса в XXI веке / Пер. с англ. Москва: Добрая книга, 2005. С. 23–34.
13. «Умные» среды, «умные» системы, «умные» производства: серия докладов (зеленых книг) в рамках проекта «Промышленный и технологический форсайт Российской Федерации». Санкт-Петербург: Фонд «Центр стратегических разработок «Северо-Запад», 2012. 62 с.
14. Anderson C. Makers: The New Industrial Revolution. New York : Crown Business, 2012. 250 p.
15. Череватский Д.Ю. Смарт промисловість у різних ракурсах. *Економіка промисловості*. 2017. № 3 (79). С. 145–153.
16. Рюссманн М., Лоренц М., Герберт Ф., Вальднер М., Юстус Я., Энгель П., Харниш М. «Индустрия 4.0» Будущее производительности и роста в промышленности. The Boston Consulting Group, 2015. 24 с.
17. Немецкая Индустрия 4.0 VS Американский Консорциум Промышленного Интернета. 2015. URL: <http://fastsaltimes.com/sections/obzor/428.html> 24.