УДК 338.3

Смолич Д.В., кандидат економічних наук, доцент кафедри менеджменту, Луцький національний технічний університет, м. Луцьк, Україна
e-mail: d.smolych@lntu.edu.ua
ORCID: https://orcid.org/ 0000-0002-6444-9486
Стельмащук В.В., кандидат технічних наук, доцент кафедри автомобілів і транспортних технологій, Луцький національний технічний університет, м. Луцьк, Україна
e-mail: Val.stelmashchuk@gmail.com.
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3813-3143

Інструментарій підвищення ефективності управління виробництвом промислових підприємств

Анотація. *В статті досліджено методи управління виробничими процесами, які застосовуються в промисловості. Розглянуто чинники, що впливають на покращення методів управління виробництвом: людський фактор, фактор праці, інформаційний фактор, системні фактори. Проаналізовано принципи концепції Індустрія 4.0. сумісність; децентралізація; аналітика в режимі реального часу; віртуалізація; орієнтація на послуги; модульність та масштабованість. Доведено необхідність впровадження та експлуатації наступних систем та методів обробки інформації: система управління виробництвом (MES), ERP-системи, промисловий (індустріальний) інтернет речей, метод профілювання клієнтів. Досліджено інструменти вдосконалення безпосередньо виробничих операцій в рамках концепції Індустрія 4.0, а саме: 3D-друк, доповнена реальність, роботизація та автоматизація процесів. Систематизовано переваги використання розглянутих методів управління виробництвом, передбачених концепцією промисловості Індустрія 4.0.*

Ключові слова: *система управління виробництвом, ERP-системи, промисловий інтернет речей, 3D-друк, доповнена реальність, роботизація, автоматизація.*

Smolych Dariia, PhD (Economics), Associate Professor of the Department of management, Lutsk National Technical University, Lutsk, Ukraine
Stelmashchuk Valeriy, PhD (Engeneering), Associate Professor of the Department of automobiles and transport technologies, Lutsk National Technical University, Lutsk, Ukraine

Tools for improving the efficiency of production management of industrial enterprises

Abstract. ***Introduction.*** *Production management in current conditions is difficult, given the constant updating of techniques and technologies. The methodology of production management successfully chosen by the management is a guarantee of high efficiency of production operations at all stages of production - from the receipt of raw materials on the production line, to the shipment of finished products. Different management methodologies have their pros and cons for different types of industries. Therefore, the problem of qualitative selection of the best methods and construction of an effective mechanism of production management today is quite important.* ***Purpose.*** *The purpose of the study is to analyze the methods and technologies of production management of industrial enterprises within the modern concept of Industry 4.0. and highlight the benefits of their use.* ***Results.*** *The methods of production process management used in industry are*

studied. The factors influencing the improvement of production management methods are considered: human factor, labor factor, information factor, system factors. The principles of the Industry 4.0 concept are analyzed. compatibility; decentralization; real-time analytics; virtualization; service orientation; modularity and scalability. The necessity of introduction and operation of the following systems and methods of information processing is proved: production management system (MES), ERP-systems, industrial (industrial) Internet of things, method of customer profiling. The tools of improvement of direct production operations within the framework of the Industry 4.0 concept are studied, namely: 3D-printing, augmented reality, robotics and process automation. The advantages of using the considered methods of production management provided by the concept of industry Industry 4.0 are systematized. ***Conclusions.*** *Achieving high management efficiency is possible only as a result of continuous improvement of techniques and methods, because the use of the same methods can lead to stagnation. That is why management must constantly monitor the improvement or updating of existing management methods, in accordance with the trends dictated by the changing modern environment. Today, there are major changes in the industry, as new concepts and production management systems emerge that require the introduction of best practices and technologies, including Industry 4.0, which focuses on advanced robotics and automation.*

Keywords: *production management system, ERP-systems, industrial Internet of Things, 3D-printing, augmented reality, robotics, automation.*

JEL Classification: M11; M21.

Постановка проблеми. З метою забезпечення стійкості і підвищення ефективності ринкової діяльності промислового підприємства необхідний правильний підбір методів управління виробництвом. Вдало вибрана керівництвом методологія управління виробництвом є запорукою високої ефективності протікання виробничих операцій на всіх стадіях виробництва – від надходження сировини на виробничу лінію, до відвантаження готової продукції. Різні методології управління мають свої плюси і мінуси для різних типів виробництв. Тому проблема вибору методів та побудови ефективного механізму управління виробництвом на сьогодні є досить важливою.

Поняття «методи управління» досліджували у своїх працях такі науковці як: Гончарова М.Л., Мірошниченко Г.О. [1], Жуковська Л.Е., Борисевич Л.Е., Стрельчук Є.М. [2], Монастирський Г.Л. [3], Ельбрехт О. М. [4] та інші. Автори ґрунтовно розкривають основну суть поняття «методи управління» та «методи управління виробництвом», виділяють основні напрямки їх використання та класифікують відповідно до цих напрямків.

Разом з тим, на сьогодні недостатньо вивченим залишається питання ефективного впровадження інноваційних методів управління у виробничу діяльність підприємства.

Формулювання цілей дослідження. Метою дослідження є аналіз методів та технологій управління виробництвом промислових підприємств в рамках сучасної концепції Індустрія 4.0.та виокремлення і систематизація переваг їх використання.

Виклад основного матеріалу дослідження. Підприємство – складна динамічна система, що об'єднує людей з різними інтересами і особистими цілями для здійснення спільної діяльності. Досягнення загальної мети суб'єкта господарювання, як результату його діяльності, вимагає застосування спеціальних методів, що сприяють ухваленню оптимальних управлінських рішень.

Значення методів управління господарською діяльністю визначається їх спрямованістю на досягнення поставлених цілей організації у найбільш стислі строки, із раціональним використанням при цьому усіх видів ресурсів підприємства.

Методи управління застосовують, як у сфері обслуговування, так і в промисловості. Різні стилі та методи управління мають різні результати з точки зору ефективності, результативності роботи та інших ключових факторів. Саме тому вибір правильних методів управління господарською діяльністю є одним з ключових факторів для отримання бажаних результатів бізнесу, адже вони суттєво впливають на планування, організацію та виконання інших управлінських функцій, а також на управління цілою організацією (підприємством) або її певною частиною (відділом, філією тощо).

Сучасна практика управління, як правило, передбачає одночасне застосування різних методів і їх комбіноване поєднання. Варто відзначити, що при правильному підборі керівниками певної сукупності методів, вони будуть органічно доповнювати один одного і знаходитимуться в постійній динамічній рівновазі.

Сучасні дослідження показують, що впровадження нових методів управління господарською діяльністю в практику, а також їх постійне вдосконалення спровоковані постійним впливом різноманітних факторів.

На рисунку 1. представлена графічна інтерпретація дії основних чинників, що впливають на застосування і вдосконалення управлінських методів.

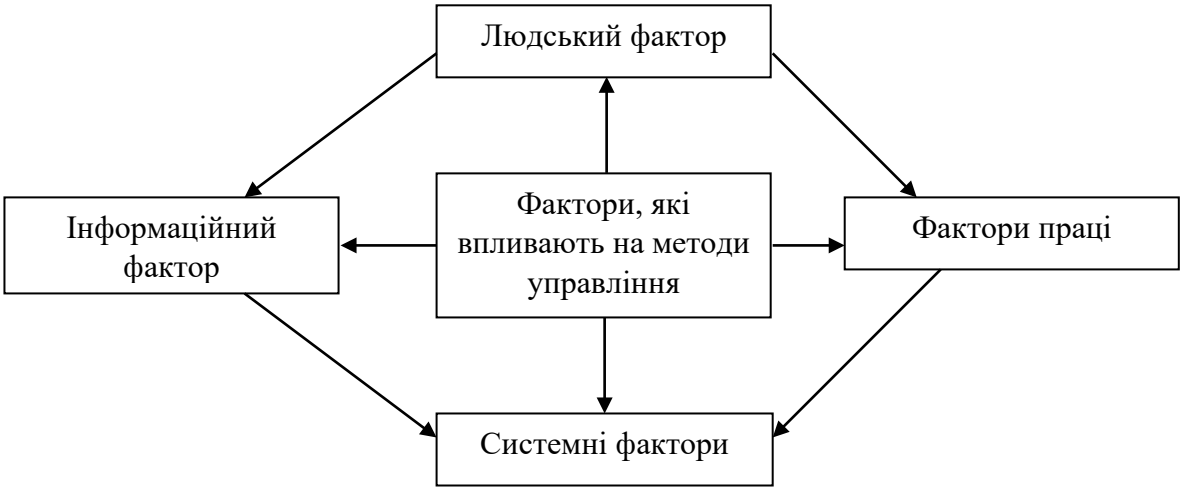

Рисунок 1 – **Чинники, що впливають на застосування та покращення методів управління виробництвом**

Джерело: Сформовано авторами на основі даних джерел [5, 6, 7]

Варто відзначити, що особливу увагу заслуговує саме людський фактор, адже він передбачає дію інтелектуальних та фізичних сил, що проявляються в професійній діяльності працівників, їх готовності належним чином сприймати і застосовувати в господарському житті дані методи. Науковці прийшли до єдиної думки, що основним інструментом, що спонукає людину до діяльності, є мотивація. У різних країнах розробляють і застосовують самі різні моделі мотивації, з-поміж яких особливий інтерес викликають системи участі працівників організації в розподілі отримуваного прибутку. Мова йде про додатковий прибуток, який виходить в результаті підвищення продуктивності праці або якості продукції, що випускається. Серед вживаних на заході систем участі працівників в прибутку широко відомі такі, як система Скенлона, система Ракера, система Іпрошеар.

Не менш важливим є інформаційний фактор. Для прийняття правильних управлінських рішень, менеджерам потрібна інформація. Для того, щоб ці рішення принесли максимальну користь, інформація повинна бути повною, перевіреною, точною, якісною та своєчасно отриманою у визначеній кількості.

Що стосується факторів праці, то тут варто відзначити, що нині процес управління піддається ускладненням, що призводить до створення більш досконаліших засобів механізації та автоматизації робочих місць, програмного та інформаційного забезпечення тощо. Виникає необхідність вдосконалення прийомів, способів і методів роботи управлінського персоналу [5].

До системних факторів належать: фактори відповідності систем (необхідність узгодження керуючої та керованої систем) і наукова організація праці (створення матеріальних цінностей через організацію праці людей) [5].

Досягнення високої ефективності управління можливе лише в наслідок постійного вдосконалення прийомів і методів управління, адже використання одних і тих же методів може призвести до стагнації. Керівництво повинне постійно слідкувати за вдосконаленням або ж оновленням методів управління, у відповідності з тенденціями, які диктує мінливе сучасне середовище.

На сьогодні, можна спостерігати дуже великі зміни в промисловості. З'являються нові концепції та системи управління виробництвом, які передбачають необхідність впровадження найкращих методів та технологій, зокрема Індустрія 4.0, яка зосереджена на передовій робототехніці та автоматизації, нових способах взаємодії людина-машина та величезних масивах даних.

Індустрія 4.0 базується на наступних принципах [8]:

- сумісність – комунікативні можливості всіх елементів виробництва, кіберфізичних систем, роботів, корпоративних інформаційних систем, інтелектуальних продуктів та людей, а також систем третьої частини;
- децентралізація – здатність проєктувати автономні підпроцеси на виробництві за допомогою кіберфізичних елементів, здатних приймати рішення самостійно;
- аналітика в режимі реального часу – можливість збирати та аналізувати великі обсяги даних, які дозволяють здійснювати моніторинг, контроль та оптимізацію процесів, полегшуючи будь-які результати та рішення, що потребують негайного рішення;

- віртуалізація – можливість генерувати віртуальну копію майбутнього продукту шляхом збору даних та моделювання промислових процесів (фізичних), отримання віртуальних та імітаційних моделей;

- орієнтація на послуги – вдосконалених послуг із використанням нових бізнес-моделей;

- модульність та масштабованість – гнучкість та еластичність адаптації до потреб промисловості та бізнесу у будь-який час, з можливістю масштабувати технічний потенціал системи відповідно до технічних вимог, що вимагаються внаслідок розвитку попиту бізнесу в кожному конкретному випадку.

Виділяють 6 сфер Індустрії 4.0 [9]:

1) стратегія та бізнес-модель (створення правильної стратегії, яка отримає користь від даної концепції);

2) технології та системи (використання найсучасніших технологій для досягнення оптимальних результатів);

3) управління ризиками (отримання максимум результатів від концепції, уникаючи ризиків);

4) освіта та керівництво працівниками, з метою їх адаптації до нової виробничої норми;

5) операційна досконалість (досягнення переваг завдяки технологіям);

6) досвід клієнтів (подальше покращення досвіду роботи з клієнтами).

Для того, щоб використовувати технології через IT, мережа потребує набору технологій обробки інформації, які повинні бути вбудовані в систему. Індустрія 4.0 визначає необхідність впровадження та експлуатації наступних систем та методів обробки інформації:

1. Система управління виробництвом (MES), яка являє собою програмну систему, що з’єднує монітори та відповідні пристрої управління з виробничими системами та обробляє потоки даних, що відбуваються на виробництві. Загальна мета MES полягає в тому, щоб переконатися, що виробничі операції ефективно виконуються та покращити виробництво продукції в цілому. Дана система не вимагає залучення великої кількості працівників.

2. Основною програмною базою для підтримки обробки інформації можуть бути ERP-системи. Це так звана консолідована система збору та організації ділових даних за допомогою інтегрованого програмного комплексу. Програмне забезпечення ERP містить програми, які автоматизують такі ділові функції, як виробництво, продажі, облік ресурсів, фінансів тощо. Покращена можливість аналізу даних та процесів забезпечує ще більше можливостей для точного налаштування їхніх операцій.

3. Промисловий (індустріальний) інтернет речей (Industrial Internet of Things, IIoT), передбачає застосування різних видів датчиків в машинах, роботах та самохідних транспортних засобах, які генерують постійний потік інформації, що цілком може допомогти в регулюванні виробництва, передбачаючи можливі ламання.

4. Профілювання клієнтів – це метод створення портрету споживача, з метою допомоги у прийнятті дизайнерських рішень, щодо обслуговування. Це полегшує налагодження відносин та підтримує задоволеність споживачів.

Перейдемо до інструментів вдосконалення безпосередньо виробничих операцій, які покликані зменшити затрати часу виготовлення продукції, ресурсів, підвищити ефективність роботи виробничого персоналу та збільшити рівень ефективності виробничої діяльності в цілому.

1. 3D-друк став власною революцією у виробничій галузі. Одне з основних програм – створення прототипів продуктів більш швидким та дешевим способом. Це скорочує терміни виконання та полегшує виявлення можливих помилок проєктування, що обертається зменшенням зусиль, необхідних для їх виправлення. В останні роки інновації в області 3D-друку призвели до кардинальних змін у виробництві всіх видів продукції.

Використовуючи 3D-друк, можна легко створити кілька варіацій різних конструкцій для тестування та збору відгуків, що дозволить підприємству на самому початку визначити, найкращу модель. У минулому така практика була би дорогою, навіть для найбільш прибуткових компаній, проте сьогодні можливості використання 3D-друку набагато легші та дешевші.

2. Доповнена реальність (AR) – допомагає в складальних процесах, а також в обслуговуванні виробничого обладнання. Доповнена реальність заповнює розрив між цифровим та фізичним світами, накладаючи віртуальні зображення, або дані на фізичні об’єкти. Для цього технологія використовує пристрої, що підтримують AR, такі як смартфони, планшети та розумні окуляри.

Використовуючи розумні окуляри інженери можуть отримувати доступ до навчальних відео, або використовувати голосові команди, щоб зв’язатися з експертами для негайної допомоги. Перш за все необхідно придбати програмне забезпечення (наприклад Skylight від Upskill). Skylight за допомогою цифрових технологій відстежує результати роботи працівників. Після виконання конкретної виробничої функції Skylight робить фотографію (через розумні окуляри), автоматично реєструє остаточне правильне значення конкретного моменту та зберігає цю інформацію. Ці записи зможуть забезпечити миттєвий контроль якості майбутніх проєктів. Таким чином, акумулюється величезний потенціал для мінімізації помилок, скорочення витрат і поліпшення якості.

3. Роботизація та автоматизація процесів – це інструмент, який дозволить промисловому підприємству автоматизувати завдання та виконувати їх, так само як це робила б людина. Ідея цього полягає в тому, щоб боти взаємодіяли з технологіями і звільнити співробітників від необхідності виконувати повторювані та нудні завдання.

Однією з найбільш виняткових переваг роботизації та автоматизації процесів є економія, яку вона приносить, оскільки витрати значно зменшуються шляхом автоматизації великих обсягів робіт, що економить багато часу та ресурсів. Важливо також зазначити, що для налаштування цих ботів не потрібні навички програмування. Програмне забезпечення RPA розроблено таким чином, що кожен може налаштувати його та записати необхідні кроки для автоматизації будь-якого даного процесу.

Після налаштування системи управління виробництвом (рис.2) процеси працюють безперебійно. Однак, якщо помилка виникає через неправильну установку, її можна виявити в режимі реального часу.

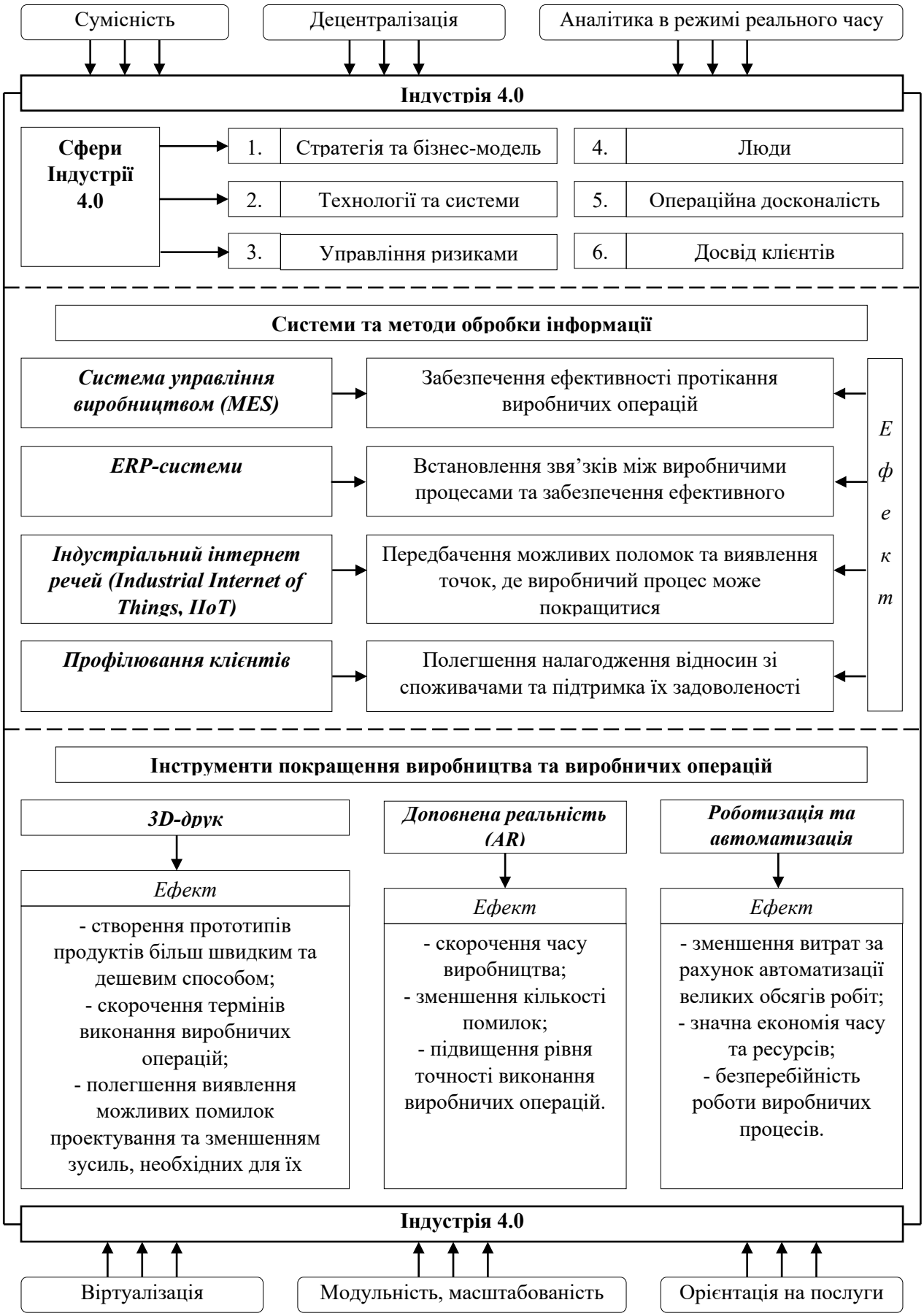

Рисунок 2 – **Система управління виробництвом в рамках концепції «Індустрія 4.0.»**

Джерело: Розроблено авторами на основі даних джерел [8, 9, 10, 11]

Методи сучасних технологій управління виробництвом створюються шляхом уніфікації кращих сторін різноманітних технік, або методом HADI-циклів (шляхом тестування гіпотез і методом аналітичного вибору найрезультативніших).

Висновки. У нинішніх умовах ринку, часто перемагає не той, хто знає краще, а той, хто використовує більш сучасні методи управління виробництвом. Ні для кого не секрет, що технології відіграють одну з ключових ролей в побудові будь-якої компанії. Рік за роком управління виробництвом в сучасних умовах стає складніше, зважаючи на постійне оновлення методів і технологій.

Використання розглянутих в статті методів управління виробництвом, передбачених концепцією Індустрія 4.0. забезпечить промисловому підприємству наступні переваги:

- збільшення продуктивності та покращення управління ресурсами;
- зростання ефективності прийняття рішень на основі реальної інформації;
- оптимізація та інтеграція виробничих процесів;
- збільшення гнучкості для досягнення масового виробництва та персоналізації в режимі реального часу;
- пряме спілкування між споживачами та організацією, а це означає, що підприємство має змогу краще зрозуміти, що потрібно споживачам;
- скорочення часу виготовлення, як при розробці нових виробів, так і при їх реалізації;
- зниження відсотка дефектів на виробництві, шляхом випробовування прототипів віртуальним способом та оптимізація конвеєрних ліній.

Література:

1. Гончарова М.Л., Мірошниченко Г.О. Теорія організацій: навч. посіб. Суми: ДВНЗ УАБС НБУ, 2015. 134 с.
2. Жуковська Л.Е., Борисевич Л.Е., Стрельчук Є.М. Теорія організацій: навч. посіб. Одеса: ОНАЗ ім.О.С. Попова, 2011. 148 с.
3. Монастирський Г.Л. Теорія організації: підручник. Тернопіль: ТНЕУ, 2014. 288 с.

4. Ельбрехт О. М. Підготовка менеджерів у вищих навчальних закладах Великої Британії, Канади і США: монографія. Київ. 2010. 460 с.

5. Фактори, що впливають на вдосконалення методів управління. *Бібліотека економіста*: веб-сайт. ULR: https://library.if.ua/book/143/9569.html (дата звернення: 14.12.2020).

6. Методы управления производством. *Строительный информационный портал*: веб-сайт. ULR: http://www.stroitelstvo-new.ru/sudostroenie/brigadir/metody-upravleniya-proizvodstvom.shtml (дата звернення: 15.12.2020).

7. Управление производством: методы. *Энциклопедия по экономике*: веб-сайт. ULR: https://economy-ru.info/info/207/ (дата звернення: 15.12.2020).

8. What is Industry 4.0 and what does it contribute to my company? *Economic bulletin*: website. ULR: https://www.iotsens.com/what-is-industry-4-0-and-what-does-it-contribute-to-my-company/ (дата звернення: 19.12.2020).

9. Industry 4.0: The Ultimate Guide. *Industry Europe*: website. ULR: https://industryeurope.com/industry-4-0-the-ultimate-guide/ (дата звернення: 19.12.2020).

10. Ercan Oztemel, Samet Gursev. A Taxonomy of Industry 4.0 and Related Technologies. *IntechOpen*: website. ULR: https://www.intechopen.com/books/industry-4-0-current-status-and-future-trends/a-taxonomy-of-industry-4-0-and-related-technologies (дата звернення: 20.12.2020). DOI: 10.5772/intechopen.90122

11. Індустрія 4.0. *IT-Enterprise:* веб-сайт. ULR: https://www.it.ua/knowledge-base/technology-innovation/industry-4 (дата звернення: 19.12.2020).

References:

1. Honcharova M.L. & Miroshnychenko H.O. (2015) *Teoriia orhanizatsij*: navch. posib. Sumy: DVNZ UABS NBU [in Ukrainian].

2. Zhukovs'ka L.E., Borysevych L.E. & Strel'chuk Ye.M. (2011) *Teoriia orhanizatsij*: navch. posib. Odesa: ONAZ im.O.S. Popova [in Ukrainian].

3. Monastyrs'kyj H.L. (2014) *Teoriia orhanizatsii*: pidruchnyk. Ternopil': TNEU [in Ukrainian].

4. El'brekht O. M. (2010) *Pidhotovka menedzheriv u vyschykh navchal'nykh zakladakh Velykoi Brytanii, Kanady i SShA*: monohrafiia. Kyiv [in Ukrainian].

5. Factors influencing the improvement of management methods. *Biblioteka ekonomista*. Retrieved from: https://library.if.ua/book/143/9569.html [in Ukrainian].

6. Production management methods. *Stroitelnyy informatsionnyy portal.* Retrieved from: http://www.stroitelstvo-new.ru/sudostroenie/brigadir/metody-upravleniya-proizvodstvom.shtml [in Russian].

7. Production management: methods. *Entsiklopediya po ekonomike.* Retrieved from: https://economy-ru.info/info/207/[in Russian].

8. What is Industry 4.0 and what does it contribute to my company? *Ekonomichnyy byuleten.* Retrieved from: https://www.iotsens.com/what-is-industry-4-0-and-what-does-it-contribute-to-my-company/ [in English].

9. Industry 4.0: The Ultimate Guide. *Promyslova Yevropa.* Retrieved from: https://industryeurope.com/industry-4-0-the-ultimate-guide/ [in English].

10. Ercan Oztemel & Samet Gursev (March 25th 2020). A Taxonomy of Industry 4.0 and Related Technologies. *IntechOpen*, DOI: 10.5772/intechopen.90122. Retrieve from: https://www.intechopen.com/books/industry-4-0-current-status-and-future-trends/a-taxonomy-of-industry-4-0-and-related-technologies [in English].

11. Industriya 4.0. *IT-Enterprise*. Retrieved from: https://www.it.ua/knowledge-base/technology-innovation/industry-4 [in English].