

преимущества и необходимость дальнейшего развития с целью интенсификации инновационных процессов в регионе.

Ключевые слова: *инновационная деятельность, инновационные организации, инфраструктура инновационной деятельности, интенсификация, инновационный процесс, кластеры*

К. Lavrukhnina, J. Kushik-Strelnikov, D. Novikov

Intensification of innovation processes on the basis of economy clustering

The problems of innovative processes intensification are considered, operational innovative infrastructure is analyzed, new infrastructure elements are examined, namely clusters, which ensure interconnection and mutual augmentability of industrial sectors, their advantages and necessity of further development are explored with the view of innovative processes intensification in the region.

Key words: *innovative activity, innovative organizations, infrastructure of innovative activity, intensification, innovative process, clusters.*

Посилання на статтю:

АРА: Lavrukhnina, K., Kushyk-Strelnikov, Ya., Novykov, D. (2018) Intensyfikatsiia innovatsiinykh protsesiv na osnovi klasteryzatsii ekonomiky. *Shliakhy pidvyshchennia efektyvnosti budivnytstva v umovakh formuvannia rynkovykh vidnosyn.* 38. 125 –130.

ДСТУ: Лаврухіна К.О. Інтенсифікація інноваційних процесів на основі кластеризації економіки [Текст] / К.О. Лаврухіна, Я.В. Кушик-Стрельніков, Д.Н.Новиков // Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин. – 2018. – № 38. – С. 125 –130.

УДК 658

С.В. Войтко,

докт. екон. наук, професор

ORCID: 0000-0002-2488-3210

НТУУ «КПІ імені Ігоря Сікорського», Київ

РЕАЛІЗАЦІЯ ЕНЕРГООЩАДНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ ІНФРАСТРУКТУРНИХ ОБ'ЄКТІВ НА ЗАСАДАХ ІНДУСТРІЇ 4.0

У статті визначено проблематику енергозаощадження на інфраструктурних об'єктах. Розглянуто можливість інтеграції елементів Індустрії 4.0 до інфраструктурних об'єктів. Окреслені проблеми для національної економіки України, що визначаються глобальними тенденціями. Виявлено особливості використання засад циклічної економіки з метою управління життєвим циклом в умовах Індустрії 4.0. Наведені основні технології, які можуть бути використані в енергоменеджменті об'єктів інфраструктури. Описано приклад реалізації на об'єктах інфраструктури такого елемента Індустрії 4.0 як тензоRFID-пристрій. На концептуальному рівні визначено важливість знання, яке формується отриманою інформацією про функціонування об'єкту та зберігається у Cloud-

сховищі у вигляді Big Data. Визначено предиктивний підхід до передбачення аварійних ситуацій на об'єкті.

Ключові слова: *інфраструктурний об'єкт, енергоощадний менеджмент, Індустрії 4.0.*

Паризька кліматична угода (Париж /Франція/, 2005 рік), яка є продовженням певною мірою Кіотського протоколу (прийнято в Кіото /Японія/, 1997 рік, чинність набув 2005 року) сприяє подальшим широкомасштабним інфраструктурним змінами у забезпеченні якості та безпеки життя Людини [1]. На сьогодні впровадження «зелених» технологій є трендом як у формуванні життєвого простору Людини, так і у створенні нових виробничих потужностей з метою забезпечення зростаючих потреб цієї Людини. Резолюція Паризького саміту підштовхнула людство до перегляду принципів організації виробництва в сучасній світовій економіці. Основою таких змін є, безперечно, початок Четвертої промислової революції (скорочена альтернативна назва: Індустрія 4.0, англ. Industry 4.0) [2].

Натепер значна кількість технологічних процесів безпосередньо чи опосередковано споживає викопне паливо та природні ресурси. Лише однією енергоощадливістю неможливо вирішити глобальні кліматичні проблеми Людства. Саме на глобальному рівні для вирішення накопичених проблем цивілізації слід використовувати комплексний та системний підходи як на локальному, так і на глобальному рівнях.

Особливої уваги потребує визначення окремих засад Індустрії 4.0 та взаємодії цих засад з елементами інфраструктурних об'єктів [3]. Суттєвою ознакою використання Індустрії 4.0 на крупних об'єктах є те, що крупні інфраструктурні об'єкти, як і елементи Індустрії 4.0, є територіально розподіленими системами з суттєвим взаємозв'язком між функціональними їх елементами. Йдеться мова про інтеграцію елементів Індустрії 4.0 до вже функціонуючих об'єктів, а також про обов'язкове використання елементів Індустрії 4.0 при проектуванні нових інфраструктурних об'єктів. У такому разі згодом можливий перехід всієї інфраструктури будь-якого рівня і масштабу на використання елементів Індустрії 4.0.

Національна економіка України, за великим рахунком, перебуває у посткризовому стані глобальної економічної кризи 2008 року, хоча значна кількість країн зробила висновки та трансформувала свою інфраструктуру з врахуванням отриманих уроків. До цього слід зауважити, що зараз у світі активно здійснюється використання продуктів шостого технологічного укладу, на які є зростаючий попит і значна кількість з них належить до Індустрії 4.0. Не можемо ми пройти осторонь економіки знань, адже наразі досить поширеним є концепція SMART-країн, які залучають до себе молодих, освічених, перспективних фахівців на навчання на грантовій основі та найкращих залишають у себе, пропонуючи ним розширений соціальний пакет, працевлаштування, роботу, перспективу залишитися у розвиненій країні назавжди. Для України це перспектива втратити молодих, повних сил фахівців, а значить перспективу розвитку у майбутньому. «Витік мізків» вже продовжується тривалий час у нас.

Отже, для національної економіки існує низка невирішених проблем, які за великим рахунком визначаються такими глобальними тенденціями:

- розвиток у світі економіки знань і використання концепції SMART-країн;
- посткризовий період глобальної економічної кризи;
- не повною мірою адаптована інфраструктура до викликів сьогодення;
- факт прискореного розвитку та впровадження елементів Індустрії 4.0;
- розробка, виробництво та поширення продукції шостого технологічного укладу;
- реалізація засад циклічної економіки;
- значні втрати від російської агресії, адже війна з Російською Федерацією вже продовжується понад 6 років.

Саме агресія росіян і знищення ними промислової інфраструктури Донбасу, мародерство та вивіз промислового обладнання до Росії, анексія Криму, вбивство понад 13 тисяч українців суттєво впливають на можливості розвитку для України пунктів, що приведені вище. Так, війна призупиняє чи уповільнює розвиток економіки. Проте слід зазначити те, що економічний розвиток на вільній від ворога території можливий і це показує статистика: економічне зростання відбувалося з 2015 року до середини 2018 року. Також за 2014–2018 роки побудовано та відкрито понад 200 нових заводів.

У цей час у країні здійснювалися крупні інфраструктурні проекти. До них автор відносить розробку та реалізацію системи державних закупівель «ProZorro», яка надала змогу здешевити крупні проекти у розвитку інфраструктури. Збільшення обсягів фінансування армії та флоту, а особливо зростання оборонного замовлення, сприяло розвитку підприємств концерну «Укроборонпром», значна кількість яких є інфраструктурно формуючими. Зазначене відобразилося на зростанні рівня обороноздатності нашої армії, яка потрапила до 10 сильніших армій Європи.

На розвиток систем енергоощадності для інфраструктурних об'єктів вплинула децентралізація і створення територіальних громад, а також створення ОСББ. Можливість розпорядження коштами та заощадження за рахунок енергоменеджменту для груп людей, що проживають на певній території, надає можливості підвищити якість і безпеку життя.

Ще суттєвим у розвитку національної інфраструктури у зазначений вище період є побудова нових і ремонт існуючих доріг, підземних і надземних пішохідних переходів, а також іншої транспортної інфраструктури.

Варто зважати ще й на тенденцію поширення концепції циклічної економіки (альтернативна назва: економіка закритого циклу) на противагу лінійної економіки. Лінійна витяжна промислова модель економіки побудована на послідовності (лінії) «взяти, виготовити та утилізувати». Така модель виснажує викопне паливо і, як наслідок, забруднює ноосферу Землі протягом багатьох століть. Саме тому концепція циклічної економіки є передовою у сучасних умовах. Циклічна економіка орієнтована на поступову заміну класичної лінійної моделі виробництва. У цій економіці процеси розробки, виробництва, реалізації та використання послуг і товарів зорієнтовані на мінімізацію відходів, викидів і скидів впродовж усього життєвого циклу продукції. Циклічна економіка прагне відновити капітал, будь то фінансовий, виробничий, людський, соціальний чи природний з метою покращення рівня якості та безпеки життя. Системна діаграма ілюструє безперервний потік технічних і біологічних матеріалів через «коло значень» [4].

З метою поглибленого вивчення взаємодії циклічної економіки та Індустрії 4.0 варто виокремити основні положення:

1) збереження наявного та примноження природних ресурсів, контролюючи обмежені запаси та врівноважуючи потоки відновлюваних ресурсів;

2) оптимізація використання ресурсів, використання продукти, компоненти та матеріали, що використовуються з найвищою корисністю як у технологічному, так і в біологічному циклах;

3) сприяння забезпечення ефективності системи шляхом виявлення негативних зовнішніх ефектів і моделювання цієї системи.

Для кожного із зазначених положень є місце технологіям Індустрії 4.0. Стосовно першого положення, то технології Індустрії 4.0 можуть здійснювати моніторинг природних ресурсів на основі використання технологій відеофіксації, аеророзвідки чи за допомогою космічних знімків. У подальшому ці фото- чи відеоматеріали можуть бути поміщені у Cloud-сховища та бути обробленими технологіями штучного інтелекту. Друге положення надає змогу оптимізувати використання ресурсів шляхом «навчання» нейронних мереж для пошуку продуктів, компонентів і матеріалів, корисність яких є найвища у технологічному та в біологічному циклах. Стосовно третього положення, то тут важливим є накопичення значної кількості даних про різноманітні процеси на планеті Земля з метою їх подальшої обробки з метою знаходження закономірностей, які можуть призвести до негативних явищ.

Реалізація цих положень циклічної економіки за відповідної підтримки вже можлива. Можна зважати на підтримку переважної кількості країн, адже сформоване глобальне суспільство. Сформували та підтримують це глобальне суспільство інформаційно-комунікаційні технології ще з Індустрії 3.0 за допомогою соціальних мереж. Будь-яка локальна чи глобальна проблема швидше всього поширюється соціальними мережами, а онлайн перекладачі нівелюють непорозуміння через незнання мови.

Інтеграція елементів Індустрії 4.0 в інфраструктурні об'єкти при початку будівництва будь-яких конструкцій можливо навіть при проектуванні. Передбачити наявність тензоRFID-пристроїв у бетонних конструкціях слід до заливання бетону, адже наявність невеликих за об'ємом, проте використовуючи значну кількість цих пристроїв, може понизити міцність готової конструкції. ТензоRFID-пристроїв відносяться до таких елементів Індустрії 4.0 як «Smart-dust» (розумна пилинка). По суті, цей пристрій поєднує у собі тензосенсор з радіопередавачем на технології RFID. При інтеграції його у середину неметалічної конструкції (у нашому випадку в бетонну конструкцію) у нас з'являється можливість при необхідності знати локальну напруженість у конструкції у певний момент часу. Для знімання даних про напруженість у конструкції використовується спеціальний прилад. Цей прилад для знімання показників генерує електромагнітну енергію у безпосередній близькості від RFID, ця енергія перетворюється у електричну. Вже електрична енергія запускає мікроконтролер, який перетворює ступінь здавлювання тензосенсора на двійковий код. Прилад для знімання показників отримує через радіохвилі це закодоване значення та унікальний код RFID-пристрою.

Зберігання у Cloud просторового місця сканування (ідентифікується унікальним номером кожного RFID-пристрою), моменту часу отримання

інформації про напруженість і значення цієї напруженості надає змогу фахівцям спостерігати за поведінкою об'єкту інфраструктури впродовж усього терміну життєвого циклу цього об'єкту чи справності самого сенсора. До речі, живлення для сенсора не потрібне, адже він живиться від приладу електромагнітною енергією, яку генерує цей прилад, і тільки тоді потребує енергії, коли знімаються дані про напруженість у конструкції.

Дані знімаються у визначені періоди часу, зберігаються у Cloud-сховищах і аналізуються як великі дані (Big Data). Все це є технологіями Індустрії 4.0. Будь-які порушення цілісності конструкції, локальні зміни міцності чи геометрії надають можливість отримати додаткові знання, які можуть бути доступними для розробників, проектувальників, фахівців, що відповідають за безпечну експлуатацію. Важливим також є те, що й при завершенні життєвого циклу конструктиву інфраструктурного об'єкту можна отримувати інформацію про внутрішній стан конструкції та ефективно неї утилізувати.

Цей приклад показує один із варіантів використання елементів Індустрії 4.0. Окрім бетонних конструкцій така технологія може бути інтегрована у дорожнє покриття, комунікації, будівлі, споруди, механізми.

Звичайно, якось в Індустрії 3.0 без таких елементів обходилися, використовували методи руйнівного та неруйнівного контролю. Проте зазначена вище технологія Індустрії 4.0 не заперечує інші відомі технології моніторингу інфраструктурних об'єктів, а є доповненням. Вдруге наголосимо про те, що реалізовувати інтеграцію елементів Індустрії 4.0 слід ще у процесі проектування та виготовлення елементів об'єкту.

Мабуть більш цінними в епоху Індустрії 4.0 є знання. Саме тому інтеграція елементів і періодичне отримання інформації про зміни у структурі об'єкта є тією складовою, яка може заощаджувати не тільки енергію при створенні, експлуатації та утилізації, а й підвищити рівень безпеки об'єкта інфраструктури. Знання про об'єкт також надають значну кількість інформації розробникам. Знання про зміни у структурі виробу при неруйнівному контролі надає інженеру значну кількість інформації, яку він використовує при проектуванні у майбутньому, тим самим він підвищує свій рівень фаховості. А доступність інформації з Cloud-сховища для інших інженерів може сприяти підвищенню їх компетентності.

Функціонування інфраструктурних об'єктів має у своєму життєвому циклі необхідність ремонтів. Класично ці ремонти здійснюються за такими підходами: реактивний підхід, планово-попереджувальні ремонти; діагностика функціонування, предиктивний підхід. Реактивний підхід залучається тоді, коли вже аварійний стан настав. Планово-попереджувальні ремонти здійснюються вже на основі певної бази знань з функціонування подібних об'єктів. Ці ремонти можуть попередити аварії у майбутньому. Про діагностику функціонування мова вже йшла вище. Саму діагностику можна здійснювати різними методами, проте важливим у діагностиці є висновки, які зроблені на основі діагностичного дослідження інфраструктурного об'єкту. Тут вже у справу включаються фахівці, а їх висновки можуть бути суб'єктивними.

Предиктивний підхід більшою мірою базується на основі Індустрії 4.0. Обробка значної кількості даних з Big Data з використанням нейронних мереж, елементів штучного інтелекту, нечіткої логіки надає змогу передбачати значну кількість можливих аварійних і катастрофічних ситуацій на об'єктах

інфраструктури. Так, на побудову системи моніторингу мають плануватися певні витрати, проте передбачення і ліквідація навіть можливості аварійної ситуації на об'єкті окупає ці витрати. До того ж, як зазначалося вище, впродовж експлуатації об'єкта накопичується знання про цей об'єкт.

Висновки. Узагальнюючи вищенаведені положення зазначимо, що засади Індустрії 4.0 є тим інструментарієм, який ще значний відтинок часу буде визначальним у побудові та експлуатації не тільки інфраструктурних об'єктів, а буде визначати середовище проживання Людини на планеті. Здешевлення радіоелектронного та мікроконтролерного обладнання, мікромініатюризація сенсорів, їх доступність і можливість інтеграції – все це надає можливості люду підняти на вищий рівень якість і безпеку життя. Разом з цим відбуваються процеси енергозаощадження на всіх етапах життєвого циклу об'єкту. Зазначене сприяє зниженню обсягів використання викопного палива.

Науковою новизною дослідження є розробка засад інтеграції елементів і положень Індустрії 4.0 в об'єкти інфраструктури з метою використання енергоменеджменту та предиктивного підходу у забезпеченні належного функціонування цих об'єктів, продовження їх життєвого циклу, отримання масиву знань про плин етапу експлуатації об'єкту та використання отриманих знань у проектуванні нових об'єктів.

Практична значущість дослідження полягає у можливості реалізації вказаних вище положень при проектуванні нових об'єктів та інтеграції в них вже існуючих і доступних у промислових обсягах елементів Індустрії 4.0.

Подальші дослідження слід проводити у царині забезпечення соціально-економічної ефективності об'єктів інфраструктури при інтеграції в них елементів Індустрії 4.0.

Список літератури:

1. Rogelj J., den Elzen M., Höhne N. et al. Paris Agreement climate proposals need a boost to keep warming well below 2 °C. 2016. Nature 534, pp. 631–639.
2. Schwab K. The Fourth Industrial Revolution: what it means, how to respond. URL: <https://www.foreignaffairs.com/articles/2015-12-12/fourth-industrial-revolution>
3. Скіцько В.І. Індустрія 4.0 як промислове виробництво майбутнього. [Електронний ресурс] / Економічна наука, 2016. С. 33-40. URL: http://www.investplan.com.ua/pdf/5_2016/8.pdf.
4. MacArthur E. Cities in the circular economy: an initial exploration, 2017, URL: https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/Cities-in-the-CE_An-Initial-Exploration.pdf

References:

1. Rogelj, J., den Elzen, M., Höhne, N. et al. (2016) “Paris Agreement climate proposals need a boost to keep warming well below 2 °C”. Nature 534, 631–639.
2. Schwab, K. (2015) “The Fourth Industrial Revolution: what it means, how to respond” retrieved from <https://www.foreignaffairs.com/articles/2015-12-12/fourth-industrial-revolution>
3. Skitsko, V.I. (2016) “Industry 4.0 as promislo virobnitstvo maybutnogo”. *Economic science*. pp. 33-40. URL: http://www.investplan.com.ua/pdf/5_2016/8.pdf

4. MacArthur, E. (2017); Cities in the circular economy: an initial exploration, URL: https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/Cities-in-the-CE_An-Initial-Exploration.pdf

С.В. Войтко

Реализация энергосберегающего менеджмента на инфраструктурных объектах на основе Индустрии 4.0

В статье определено проблематику энергосбережения на инфраструктурных объектах. Рассмотрена возможность интеграции элементов Индустрии 4.0 на инфраструктурных объектах. Обозначены проблемы для национальной экономики Украины, которые определяются глобальными тенденциями. Выявлены особенности использования принципов циклической экономики с целью управления жизненным циклом в условиях Индустрии 4.0. Приведены основные технологии, которые могут быть использованы в энергосберегающем менеджменте объектов инфраструктуры. Описан пример реализации на объектах инфраструктуры такого элемента Индустрии 4.0 как тензор RFID устройство. На концептуальном уровне определены важность знания, которое формируется полученной информации о функционировании объекта и хранится в Cloud-хранилище в виде Big Data. Определены предиктивный подход к предвидению аварийных ситуаций на объекте.

Ключевые слова: инфраструктурный объект, энергосберегающий менеджмент, Индустрия 4.0.

S.V. Voitko

Implementation of energy saving management of infrastructural objects on the basis of Industry 4.0

The article deals with the problem of energy savings in infrastructure facilities. Now a significant number of technological processes directly or indirectly consume fossil fuels and natural resources. With only one energy saving, it is impossible to solve the global climate problems of Mankind. It is at the global level that complex and systematic approaches, both locally and globally, should be used to solve the accumulated problems of civilization. Consideration is given to integrating Industry 4.0 elements into infrastructure assets. The problems for the national economy of Ukraine, defined by global trends, are outlined. The peculiarities of the use of cyclical economy principles for the purpose of life cycle management in the conditions of Industry 4.0 are revealed. The development of energy-efficient systems for infrastructure is influenced by decentralization and the creation of territorial communities, as well as the creation of condominiums. The ability to manage and save money through energy management for groups of people living in a particular area provides an opportunity to improve the quality and safety of life. Perhaps more valuable in the era of Industry 4.0 is knowledge. That is why element integration and periodic information on changes to the structure of an object are one component that can not only save energy in the creation, operation and disposal, but also increase the level of security of the infrastructure object. Object knowledge also provides a wealth of information to developers.

The basic technologies that can be used in the energy management of infrastructure. An example of the implementation on an infrastructure object of such an element of Industry 4.0 as a strain gauge RFID device. At the conceptual level, the importance of

knowledge is formed, which is formed by the information obtained about the functioning of the object and stored in the Cloud storage in the form of Big Data. A predictive approach to the prediction of an emergency at an object is defined.

Keywords: infrastructure, energy-saving management, Industries 4.0.

Посилання на статтю:

APA: Voitko, S.V. (2018) Realizatsiia enerhooshchadnoho menedzhmentu infrastrukturykh ob'ektiv na zasadakh Industrii 4.0. *Shliakhy pidvyshchennia efektyvnosti budivnytstva v umovakh formuvannia rynkovykh vidnosyn.* 38. 130 –137.

ДСТУ: Войтко С.В. Реалізація енергоощадного менеджменту інфраструктурних об'єктів на засадах Індустрії 4.0. [Текст] / С.В. Войтко // Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин. – 2018. – № 38. – С. 130 –137.

УДК 69.009

А.П. Потапенко,
магістр⁴

ORCID: 0000-0003-0604-0698

Є.О. Чорна,
магістр⁴

ORCID: 0000-0002-0376-0246

В.С. Шульга,
магістр⁴

ORCID: 0000-0003-1178-6419

Р.М. Бруцький,
магістр⁴

ORCID: 0000-0001-7826-9868

Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ

**АНАЛІЗ МЕТОДИЧНИХ ПІДХОДІВ ДО ОЦІНКИ СТАДІЙ
ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ**

Дана стаття присвячена аналізу методів оцінки стадій життєвого циклу житлового будинку та проблем, які виникають при проектуванні та реалізації проектів та загальні принципи використання технології BIM (інформаційного моделювання) в сучасному проектуванні і будівництві.

Ключові слова: *будівельне інформаційне моделювання, життєвий цикл об'єкта, функціонально-вартісний аналіз, вартісний інжиніринг, управління проектами, управління нерухомістю, управління активами, управління будівництвом.*

⁴ Науковий керівник: доц. Запечна Ю.О.