

DOI: 10.25140/2411-5215-2022-3(31)-69-79

УДК 332.12:004

JEL Classification: R10; R58

**Максим Дубина**

доктор економічних наук, професор,  
завідувач кафедри фінансів, банківської справи та страхування  
Національний університет «Чернігівська політехніка» (Чернігів, Україна)  
E-mail: [maksim-32@ukr.net](mailto:maksim-32@ukr.net). ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5305-7815>  
ResearcherID: [F-3291-2014](https://orcid.org/F-3291-2014)

## СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ЦИФРОВІЗАЦІЇ РЕГІОНАЛЬНИХ ЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМ

*Стаття присвячена дослідженню сучасних тенденцій цифровізації регіональних економічних систем. Визначено основні цілі, з'ясовано прояви та переваги цифровізації регіональних економічних систем. Виявлено ризики та проблеми, що пов'язані зі становленням, функціонуванням та розвитком цифровізації регіонів. Окреслено чинники інституціонально-цифрових змін та проаналізовано тенденції цифровізації регіональних економічних систем. Доведено, що впровадження процесів цифровізації надасть можливість вирішення численних соціальних проблем, які своєю чергою призведуть до підвищення економічного, інноваційного та соціального розвитку регіональних економічних систем. Визначено, що провідною перевагою цифровізації регіональних економічних систем є автоматизація управлінських процесів, що дозволить суттєво підвищити рівень ефективності управління регіональним розвитком.*

**Ключові слова:** цифровізація; цифрова економіка; регіональна економічна система; цифрові технології; інформаційні технології; регіон.

*Рис.: 5. Бібл.: 16.*

**Постановка завдання.** У сучасних умовах суспільно-економічного розвитку дедалі більшої популярності набуває процес цифровізації, який стосується різних сфер діяльності. Досвід успішних країн доводить, що конкурентоспроможність регіональних економічних систем залежить від спроможності генерувати, запроваджувати, а також результативно й успішно застосовувати цифрові технології в усіх сферах діяльності. Наразі цифровізація регіональних економічних систем є однією з головних складових стратегічного розвитку регіонів нашої країни.

Перехід до застосування цифрових технологій і глобальна трансформація суспільно-економічних відносин доводять необхідність регіонів адекватно та оперативно реагувати на новітні явища й реалії. Цифровізація надала нового змісту всім формам регіональних відносин. Застосування цифрових технологій приводить до ґрунтовних змін характеру регіональної діяльності на напрямів розвитку регіональних економічних систем, які є підтримуючим елементом трансформаційних процесів нової економіки загалом.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Різноманітним аспектам становлення, функціонування та розвитку цифровізації присвятили свої праці такі закордонні та вітчизняні вчені, як В. Апопій, Т. Васильців, Б. Ван Арк,

В. Геєць, О. Дяченко, Д. Енгельбарт, І. Карчева, М. Кастельс, К. Кларк, Н. Краус, С. Коляденко, П. Куцик, Дж. Ліклайдер, Р. Ліпсі, Р. Лупак, В. Ляшенко, Л. Матвейчук, Н. Міценко, Н. Негропonte, М. Руденко, Д. Тапскотт, В. Фіщук, М. Флейчук, Ж. Фурастьє, К. Шваб, І. Яненкова тощо.

**Виділення недосліджених частин загальної проблеми.** Незважаючи на значну кількість наявних публікацій у напрямку цифровізації економічних систем, впливу інформаційно-комунікаційних технологій на розвиток економічних відносин, питання щодо сучасних тенденцій цифровізації регіональних економічних систем недостатньо залишаються вивченими і потребують подальшого вивчення та аналізу. Зазначене актуалізує тему та мету роботи.

**Мета статті.** Метою дослідження є дослідження сучасних тенденцій цифровізації регіональних економічних систем на основі з'ясування цілей, переваг, проявів, ризиків, проблем функціонування та розвитку.

**Виклад основного матеріалу.** Нинішній етап сучасного цивілізаційного розвитку характеризується швидким просуванням та розвитком цифровізаційних процесів, які пронизують дедалі більшу кількість видів діяльності регіональних економічних систем.

До основних цілей цифровізації регіональних економічних систем належать такі [1-3]:

- перебудова сфер та секторів регіональної економіки в результативні та успішні;
- пришвидшення розвитку регіональної економіки та залучення інвестицій;
- цифрове та технологічне оновлення промислового сектору регіону, а також створення і запровадження високотехнологічних виробництв;
- розвиток цифрового сектору, цифрового підприємництва та бізнесу;
- надання можливості отримання населенням регіону доступних, транспарентних послуг та переваг у цифровому просторі.

При цьому треба зазначити, що в тих сферах економіки регіону, які застосовують цифрові технології, зростання відбувається зазвичай оперативніше, якісніше та з меншими витратами. Сектори регіональної економіки, які зазнають впливу та змінюються під дією цифровізації, на кшталт медичної, освітньої сфери тощо, характеризуються зростанням показників конкурентоспроможності, ефективності, якості, успішності та результативності.

Отже, однією з головних цілей застосування цифровізації регіональних економічних систем є їхнє економічне зростання, покращення, підвищення рівня їхнього розвитку. Значна кількість учених, які досліджують тематику цифровізації загалом та цифровізацію регіональних економічних

систем зокрема, передбачають позитивні наслідки її впливу як на економіку регіону, так і на рівень розвитку його населення. Серед таких проявів впливу перед усім потрібно зазначити такі [4-6]:

- відчутне підвищення рівня довіри та безпеки при застосуванні комп'ютерних та цифрових технологій через надійне забезпечення цифрової безпеки, захист та охорона персональної інформації, дотримання її конфіденційності, недоторканість та непорушність приватного життя та прав громадян – користувачів технологій, які є базовими умовами для розвитку цифровізації;

- формування переваг, забезпечення розвитку та підвищення якості функціонування в таких напрямках життєдіяльності населення регіону, як транспортна система, бізнес, аграрно-промисловий сектор, освіта, медицина, культура, охорона навколишнього середовища тощо, що безпосередньо впливає на появу нових робочих місць, зниження рівня бідності та корупції та підвищення якості життя населення;

- забезпечення однакових можливостей щодо доступності інформації та даних, а також отримання послуг, які базуються на застосуванні цифрових технологій.

Таким чином, відповідно до вищезазначеного можна виділити такі переваги цифровізації регіональних економічних систем [7-9]:

- поява та генерування новітніх управлінських підходів та методів щодо регіонального управління, а також бізнес-процесів господарюючих суб'єктів регіону на основі цифрових технологій та штучного інтелекту;

- формування різноманітних інформаційних платформ та порталів із різних напрямів, у тому числі й навчальних, та застосування штучного інтелекту як способу здійснення контролю за отриманими знаннями з метою досягнення об'єктивності при їх оцінюванні.

Нині серед науковців, які проводять дослідження у сфері цифровізації, панує думка, що для формування та отримання нових конкурентних переваг та їхнього розвитку необхідно спиратися на цифрові технології і здійснювати їх впровадження у процеси функціонування регіональних економічних систем. Отже, провідним чинником розвитку регіональних економічних систем сьогодні є цифровізація, яка потребує вивчення та врахування особливостей таких її елементів, як методи, способи обробки інформації та її передачі, обладнання, інструменти тощо.

Однак при цьому вчені виділяють і недоліки, ризики та негативні аспекти цифровізації. Серед основних треба зазначити такі [9-11]:

- значні зміни на ринку праці, скорочення кількості робочих місць у певних сферах зайнятості населення;

- підвищення рівня конкуренції;

- зміни в бізнес-процесах, що вплине на зміну функціонування як виробників товарів та продукції, так і її споживачів і клієнтів;

- можливість настання цифрової небезпеки як регіонально-економічних систем, так і держави загалом;

- порушення демократичних основ держави та суспільства через недотримання приватності особистого життя громадян.

Цифровізація приводить до трансформації регіональних економічних систем та відносин суспільного відтворення та постає водночас і інструментарієм, і оточенням плинності економічних процесів, вона перебудовує відносини суб'єктів господарювання, пришвидшує та віртуалізує.

Крім цього, потрібно виділити і певні проблеми, які супроводжують процес формування та розвитку цифровізації регіональних економічних систем і які потребують вирішення [3; 7-11]:

- по-перше, інфраструктурні, до яких належать: існування нерівних можливостей доступності громадян до інформаційних та комп'ютерних технологій та пристроїв та тих новітніх можливостей, які вони надають;

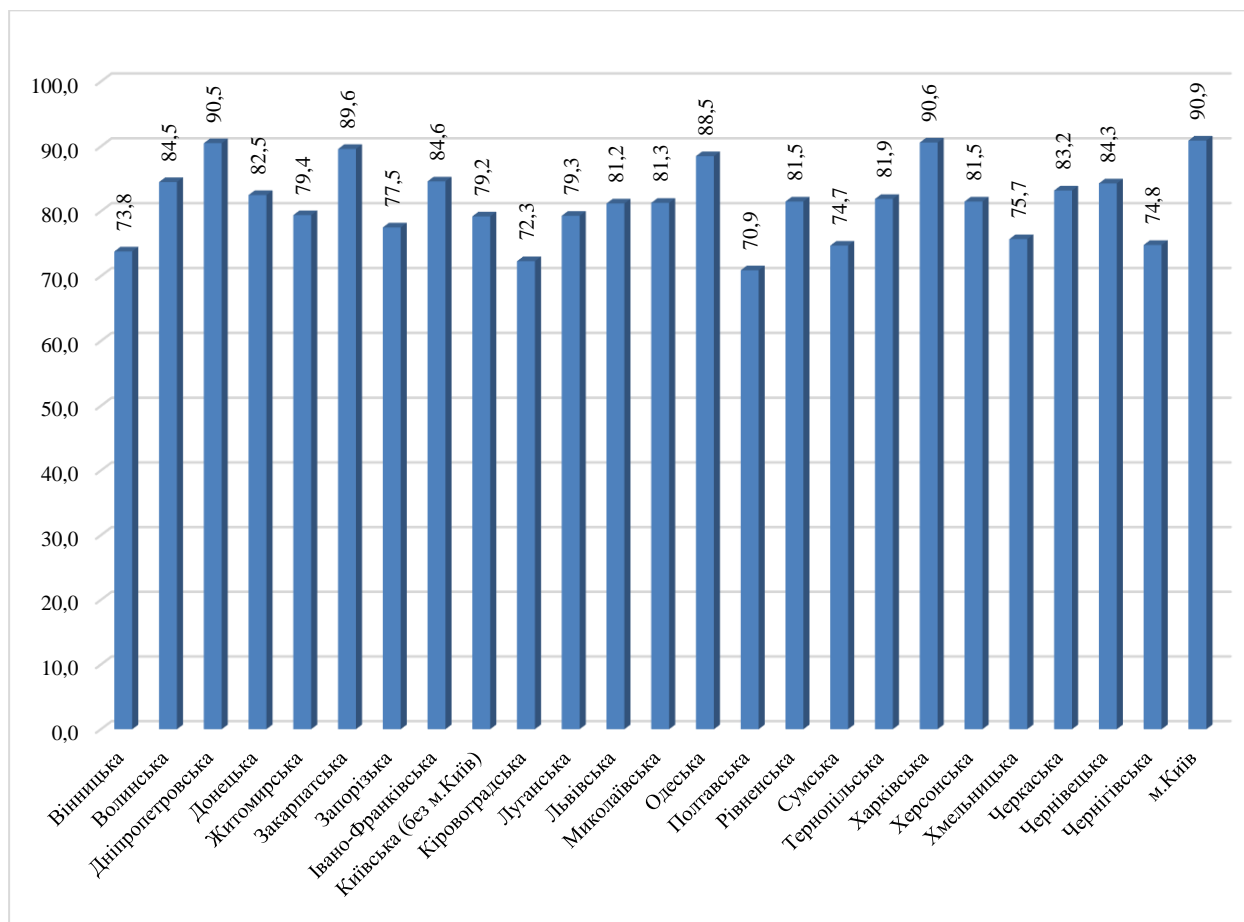
- по-друге, екосистемні (нестача професійного та висококваліфікованого персоналу для розвитку та забезпечення ефективного функціонування цифровізації регіональних економічних систем; низький рівень інноваційності регіональної економіки та недостатня її державна підтримка; відставання освітньої сфери, застосування в її межах застарілих та неактуальних методик і інструментаріїв навчання та викладання);

- по-третє, проблеми у сфері електронного урядування (недостатній рівень автоматизації адміністративних послуг через не усвідомлення отримання переваг від цифровізації як регіональними, так і державними установами);

- по-четверте, інституційні (низький рівень застосування як регіональними, так і державними установами цифрових технологій; невідповідність нормативно-правової бази та стратегій, у тому числі регіональних, цифровим викликам та можливостям).

На наше переконання, зазначені проблеми потребують першочергового вирішення з метою успішної реалізації процесів цифровізації регіональних економічних систем.

Доцільно зазначити, що за останні роки більшість регіонів нашої держави розпочали активне впровадження цифрових технологій. Так, частка домогосподарств, які мають доступ до послуг Інтернету вдома за останнє десятиріччя в цілому по Україні збільшилася з 22,9 % у 2010 році до 82,7 % у 2021 році. У регіональному розрізі найвищих показників у 2021 році досягли такі регіони як: Дніпропетровська – 90,5 %, Закарпатська – 89,6 %, Одеська – 88,5 %, Харківська – 90,6 % та м. Київ – 90,9 % (рис. 1).



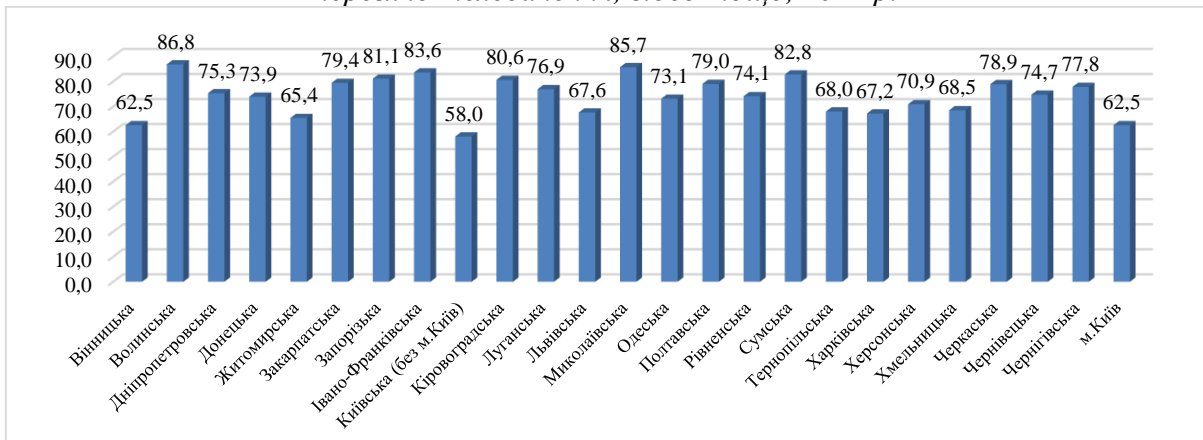
*Рис. 1. Частка домогосподарств, які мають доступ до послуг Інтернету вдома у % до загальної кількості домогосподарств відповідної групи, 2021 р.*  
Джерело: складено авторами на основі [17].

Вивчення показника розподілу населення за метою користування послугами Інтернету показало, що найбільш поширеними по Україні є скачування фільмів, зображень, музики, перегляд телебачення чи відео тощо – 72,8 %, банківське обслуговування – 42,2 %, відправлення/отримання електронної пошти – 35,1 %, причому зазначені тенденції зберігаються і в розрізі регіонів (рис. 2).

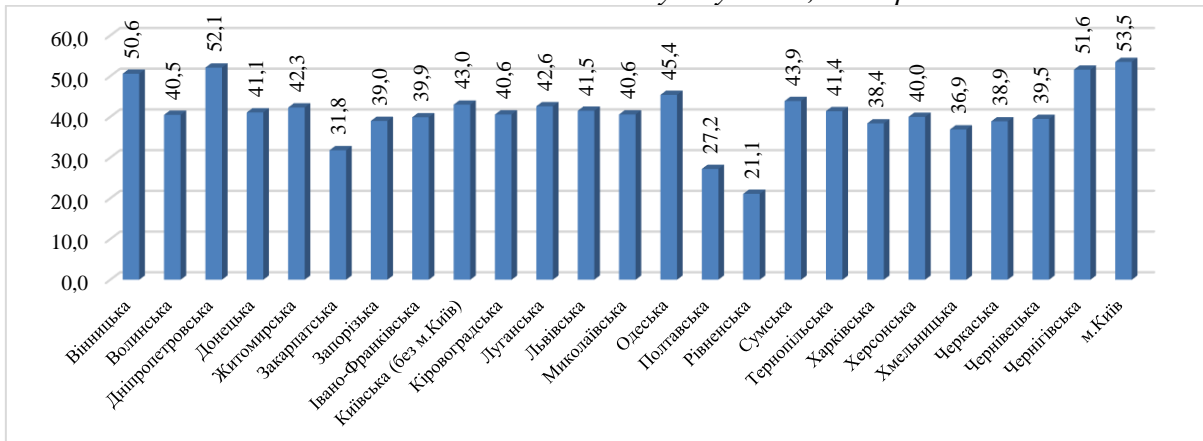
Вважаємо, що однією з першочергових задач на шляху становлення та розвитку процесів цифровізації регіональних економічних систем є вивчення інституціональних засад цифровізації регіонів, які, на наш погляд, роблять акцент на необхідності детального дослідження чинників, які впливають на інституціональне середовище в сучасних умовах. Зазначені чинники можна класифікувати за багатьма ознаками, зокрема, залежно від часових меж – це довгострокові, середньо- та короткострокові; від рівня – державні, регіональні, місцеві; від спрямованості – зовнішні та внутрішні тощо.

ПРОБЛЕМИ МЕНЕДЖМЕНТУ ТА РОЗВИТКУ ПРОДУКТИВНИХ СИЛ РЕГІОНУ

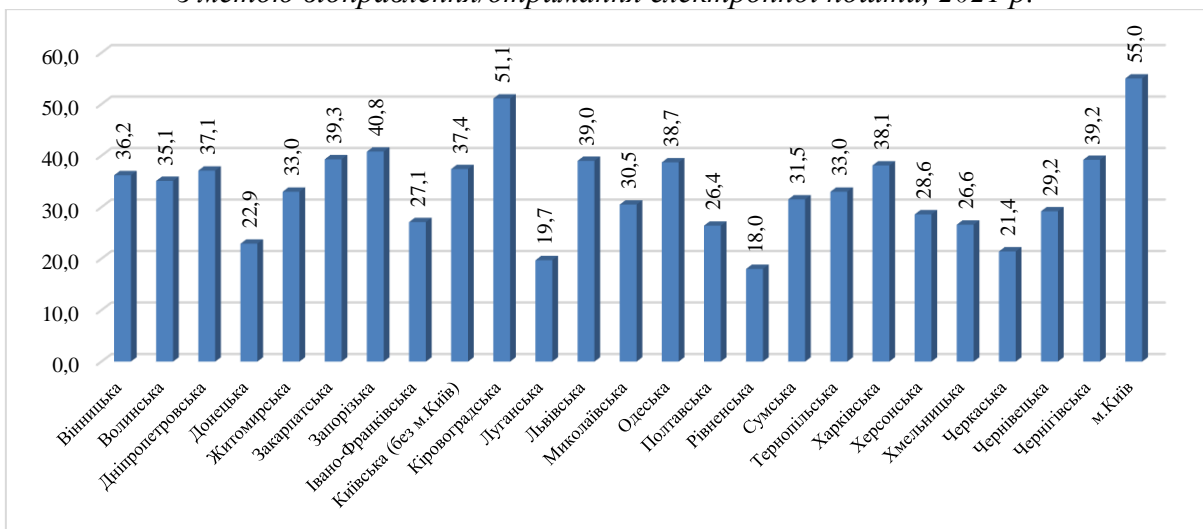
*Розподіл населення за показником користування послугами Інтернету з метою скачування фільмів, зображень, музики, перегляд телебачення, відео тощо, 2021 р.*



*Розподіл населення за показником користування послугами Інтернету з метою банківського обслуговування, 2021 р.*



*Розподіл населення за показником користування послугами Інтернету з метою відправлення/отримання електронної пошти, 2021 р.*



**Рис. 2. Аналітична інформація про використання домогосподарствами мережі Інтернет в Україні у 2021 р.**

Джерело: складено авторами на основі [17].

Щодо зовнішніх факторів, то це такі, що впливають на трансформацію інституціонального середовища цифровізації регіональних економічних систем (рис. 5).



*Рис. 5. Чинники інституціонально-цифрових змін цифровізації регіональних економічних систем*

Джерело: систематизовано авторами на основі [11-16].

**Висновки та пропозиції.** Цифровізація сприяє виникненню нових можливостей регіональних економічних систем. Передбачається, що впровадження процесів цифровізації надасть можливість вирішення численних соціальних проблем, які своєю чергою призведуть до підвищення економічного, інноваційного та соціального розвитку регіональних економічних систем. Цифрові платформи та портали полегшують виконання операцій, пришвидшують процес обміну даними та інформацією, сприяють встановленню взаємозв'язків та взаємодії. Для суб'єктів господарювання регіональних економічних систем цифровізація проявляється у підвищенні якості їх продукції, товарів та послуг та зниженні рівня їх витратності, а також з'являються нові можливості для підвищення доданої вартості та інших структурних перетворень.

Таким чином, цифровізація регіональних економічних систем являє собою безперервний процес розвитку різноманітних сфер діяльності та генерування інноваційних технологій. Для досягнення успішної реалізації процесів цифровізації необхідна злагоджена робота бізнес-структур, громадян, регіональних та державних органів влади. Провідною перевагою цифровізації регіональних економічних систем є автоматизація управлінських процесів як усією зазначеною системою, так і окремих її складових, що дозволить суттєво підвищити рівень ефективності управління регіональною економічною системою.

### Список використаних джерел

1. Mehdi Khosrow-Pour. Encyclopedia of Information Science and Technology, Fourth Edition (10 Volumes) / Mehdi Khosrow-Pour // IGI Global. – June, 2017. – 8104 p.
2. Jason Bloomberg. Digitization, Digitalization, And Digital Transformation: Confuse Them At Your Peril [Electronic resource] / Jason Bloomberg. – Accessed mode: <https://www.forbes.com/sites/jasonbloomberg/2018/04/29/digitization-digitalization-and-digital-transformation-confuse-them-at-your-peril>.
3. Про схвалення Концепції розвитку цифрової економіки та суспільства України на 2018-2020 роки та затвердження плану заходів щодо її реалізації [Електронний ресурс] : Розпорядження Кабінету Міністрів України від 17 січня 2018 р. № 67-р. – Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/67-2018-%D1%80>.
4. Antoshkin V. K. Directions of formation and implementation of the digital economy of Ukraine / V. K. Antoshkin, A. O. Popova, T. A. Brokl // Вісник Бердянського університету менеджменту і бізнесу. – 2018. – № 1. – С. 25-29.
5. Ляшенко В. І. Цифрова модернізація економіки України як можливість проривного розвитку : монографія / В. І. Ляшенко, О. С. Вишневський ; НАН України, Ін-т економіки пром-сті. – К., 2018. – 252 с.
6. Коляденко С. В. Цифрова економіка: передумови та етапи становлення в Україні і у світі / С. В. Коляденко // Економіка. Фінанси. Менеджмент. – 2016. – № 6. – С. 105-112.



## ПРОБЛЕМИ МЕНЕДЖМЕНТУ ТА РОЗВИТКУ ПРОДУКТИВНИХ СИЛ РЕГІОНУ

7. Карчева Г. Т. Цифрова економіка та її вплив на розвиток національної та міжнародної економіки / Г. Т. Карчева, Д. В. Огородня, В. А. Опенька // Фінансовий протип. – 2017. – № 3 (27). – С. 13-21.

8. Україна 2030Е – країна з розвинутою цифровою економікою [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://strategy.uifuture.org/kraina-z-rozvinutoyucifrovoyeekonomikoyu.html#summary>.

9. Фіщук В. Цифрова економіка – це реально [Електронний ресурс] / В. Фіщук. – Режим доступу: <http://biz.nv.ua/ukr>.

10. Цифрова економіка: тренди, ризики та соціальні детермінанти [Електронний ресурс] / Центр Разумкова. – 2020. – Режим доступу: [https://razumkov.org.ua/uploads/article/2020\\_digitalization.pdf](https://razumkov.org.ua/uploads/article/2020_digitalization.pdf).

11. Інституціоналізація публічного управління в Україні : наук.-аналіт. доп. / за заг. ред. М. М. Білинської, О. М. Петрос. – К. : НАДУ, 2019. – 210 с.

12. Ляшенко В. І., Вишневський О. С. Цифрова модернізація економіки України як можливість проривного розвитку: монографія / В. І. Ляшенко, О. С. Вишневський ; НАН України, Ін-т економіки пром-сті. – К., 2018. – 252 с.

13. Schrage M. Rethinking the Value of Customers in a Digital Economy [Electronic resource] / M. Schrage. – 2016, April 11. – Accessed mode: [sloanreview.mit.edu/article/rethinking-the-value-of-customers-in-a-digital-economy](http://sloanreview.mit.edu/article/rethinking-the-value-of-customers-in-a-digital-economy).

14. Краус Н. М. Цифрова економіка: тренди та перспективи авангардного характеру розвитку [Електронний ресурс] / Н. М. Краус, О. П. Голобородько, К. М. Краус // Ефективна економіка. – 2018. – № 1. – Режим доступу: [http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/1\\_-2018/8.pdf](http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/1_-2018/8.pdf).

15. Сєнкевич О. Ф. Трансформація територіально-економічних систем в умовах розвитку цифрової економіки та суспільства : дис. ... канд. екон. наук : 08.00.05 / О. Ф. Сєнкевич ; Одеськ. нац. акад. харч. техн. – Одеса, 2020. – 198 с.

16. Фіщук В. Цифрова інфраструктура економічного зростання [Електронний ресурс] / В. Фіщук // Новое время. – 2017. – Режим доступу: <https://biz.nv.ua/ukr/experts/fichuk/tsifrova-infrastrukturaekonomichnogo-zrostanja-1408403.html>.

17. Державна служба статистики України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.ukrstat.gov.ua>.

## References

1. Mehdi Khosrow-Pour. (June, 2017). Encyclopedia of Information Science and Technology. Fourth Edition (10 Volumes). IGI Global.

2. Jason Bloomberg. *Digitization, Digitalization, And Digital Transformation: Confuse Them At Your Peril*. <https://www.forbes.com/sites/jasonbloomberg/2018/04/29/digitization-digitalization-and-digital-transformation-confuse-them-at-your-peril/>.

3. Pro skhvalennia Kontseptsii rozvytku tsyfrovoi ekonomiky ta suspilstva Ukrainy na 2018-2020 roky ta zatverdzhennia planu zakhodiv shchodo yii realizatsii [On the approval of the Concept of Development of the Digital Economy and Society of Ukraine for 2018-2020 and the approval of the plan of measures for its implementation], Order of the Cabinet of Ministers of Ukraine; Conception № 67-p (on January 17, 2018). <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/67-2018-%D1%80>.

4. Antoshkin, V.K., Popova, A.O., & Brokl, T.A. (2018). Directions of formation and implementation of the digital economy of Ukraine. *Visnyk Berdianskoho universytetu menedzhmentu i biznesu – Bulletin of the Berdyan University of Management and Business*, (1), 25-29.

5. Liashenko, V.I., & Vyshnevskiy, O.S. (2018). *Tsyfrova modernizatsiia ekonomiky Ukrainy yak mozhlyvist proryvnoho rozvytku [Digital modernization of the economy of Ukraine as an opportunity for breakthrough development]*.

6. Koliadenko, S.V. (2016). Tsyfrova ekonomika: peredumovy ta etapy stanovlennia v Ukraini i u sviti [Digital economy: prerequisites and stages of development in Ukraine and the world]. *Ekonomika. Finansy. Menedzhment – Economics. Finances. Management*, (6), 105-112.

7. Karcheva, H.T., Ohorodnia, D.V., & Openka, V.A. (2017). Tsyfrova ekonomika ta yii vplyv na rozvytok natsionalnoi ta mizhnarodnoi ekonomiky [Digital economy and its influence on the development of the national and international economy]. *Finansovyi prostir – Financial space*, (3(27)), 13-21.

8. Ukraine 2030E – a country with a developed digital economy. <https://strategy.uifuture.org/kraina-z-forovolotoyucifrovoyuekonomikoyu.html#summary>.

9. Fishchuk, V. (n.d.). *Tsyfrova ekonomika – tse realno [Digital economy is real]*. <http://biz.nv.ua/ukr>.

10. Tsyfrova ekonomika: trendy, ryzyky ta sotsialni determinanty [Digital economy: trends, risks and social determinants]. (2020). [https://razumkov.org.ua/uploads/article/2020\\_digitalization.pdf](https://razumkov.org.ua/uploads/article/2020_digitalization.pdf).

11. Bilynskoï, M.M., & Petroie, O.M. (2019). *Instytutsionalizatsiia publichnoho upravlinnia v Ukraini [Institutionalization of public administration in Ukraine]*. NADU.

12. Liashenko, V.I., & Vyshnevskiy, O.S. (2018). *Tsyfrova modernizatsiia ekonomiky Ukrainy yak mozhlyvist proryvnoho rozvytku [Digital modernization of the economy of Ukraine as an opportunity for breakthrough development]*.

13. Schrage, M. (April 11, 2016). *Rethinking the Value of Customers in a Digital Economy [Rethinking the Value of Customers in a Digital Economy]*. [sloanreview.mit.edu/article/rethinking-the-value-of-customers-in-a-digital-economy](http://sloanreview.mit.edu/article/rethinking-the-value-of-customers-in-a-digital-economy).

14. Kraus, N.M., Holoborodko, O.P., & Kraus, K.M. (2018). Tsyfrova ekonomika: trendy ta perspektyvy avanhardnoho kharakteru rozvytku [Digital economy: trends and perspectives of the avant-garde nature of development]. *Efektivna ekonomika – Effective economy*, (1). [http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/1\\_-2018/8.pdf](http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/1_-2018/8.pdf).

15. Sienkevych, O.F. (2020). *Transformatsiia terytorialno-ekonomichnykh system v umovakh rozvytku tsyfrovoy ekonomiky ta suspilstva [Transformation of territorial and economic systems in the conditions of development of digital economy and society]* [PhD dissertation; Odeska natsionalna akademiia kharchovykh tekhnolohii].

16. Fishchuk, V. (2017). Tsyfrova infrastruktura ekonomichnoho zrostannia [Digital infrastructure of economic growth]. *Novoe vremia – New time*. <https://biz.nv.ua/ukr/experts/fichuk/tsifrova-infrastrukturaekonomichnogo-zrostannja-1408403.html>.

Отримано 28.07.2022

UDC 332.12:004

***Maksym Dubyna***

Doctor of Economic, Professor, Head of the Department of Finance, Banking and Insurance  
Chernihiv Polytechnic National University (Chernihiv, Ukraine)

**E-mail:** [maksim-32@ukr.net](mailto:maksim-32@ukr.net). **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-5305-7815>

**ResearcherID:** [F-3291-2014](https://orcid.org/0000-0002-5305-7815)

## **CURRENT TRENDS OF DIGITALIZATION OF REGIONAL ECONOMIC SYSTEMS**

*In the modern conditions of socio-economic development, the process of digitization, which affects various spheres of activity, is gaining more and more popularity. The experience of successful countries proves that the competitiveness of regional economic systems depends on the ability to generate, implement, and effectively and successfully apply digital technologies in all spheres of activity. Currently, the digitalization of regional economic systems is one of the main components of the strategic development of the regions of our country.*

*The article is devoted to the study of modern trends in digitalization of regional economic systems. The main goals are defined, the manifestations and advantages of digitalization of regional economic systems are clarified. Risks and problems associated with the formation, functioning and development of digitalization of regions have been identified. The factors of institutional and digital changes are outlined and the trends of digitalization of regional economic systems are analyzed.*

*It has been proven that the implementation of digitization processes will provide an opportunity to solve numerous social problems, which in turn will lead to increased economic, innovative and social development of regional economic systems. It was determined that the leading advantage of digitalization of regional economic systems is the automation of management processes, which will significantly increase the level of efficiency of regional development management.*

*The authors are convinced that digital platforms and portals facilitate operations, speed up the process of data and information exchange, and facilitate the establishment of relationships and interaction. For business entities of regional economic systems, digitalization manifests itself in improving the quality of their products, goods and services and reducing their cost, as well as new opportunities for increasing added value and other structural transformations.*

*According to the authors, digitalization of regional economic systems is a continuous process of development of various spheres of activity and generation of innovative technologies. It has been proven that in order to achieve successful implementation of digitalization processes, coordinated work of business structures, citizens, regional and state authorities is necessary.*

**Keywords:** digitalization; digital economy; regional economic system; digital technologies; Information Technology; region.

*Fig.: 5. References: 16.*