

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ МИХАЙЛА ДРАГОМАНОВА**

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

СОТНІЧЕНКО Юлія Олексіївна

УДК 378.091.3-051:[621.39:316.77]:004(043.3)

ДИСЕРТАЦІЯ

**ТЕОРІЯ ТА ПРАКТИКА ВПРОВАДЖЕННЯ ЗАСОБІВ ЦИФРОВІЗАЦІЇ ДЛЯ
ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ СФЕРИ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ**

13.00.04 – теорія і методика професійної освіти

Подається на здобуття наукового ступеня кандидата педагогічних наук.

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело



Ю.О. Сотніченко

Науковий керівник: Титова Наталія Михайлівна,
доктор педагогічних наук, професор

Київ – 2026

АНОТАЦІЯ

Сотніченко Ю.О. Теорія та практика впровадження засобів цифровізації для професійної підготовки фахівців сфери телекомунікацій. – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата педагогічних наук за спеціальністю 13.00.04 – теорія і методика професійної освіти. – Український державний університет імені Михайла Драгоманова, Київ, 2026.

Дисертацію присвячено розв'язанню актуальної наукової проблеми теорії і методики професійної освіти з метою розроблення, обґрунтування та верифікації функціональної моделі практики впровадження засобів цифровізації у професійній освіті педагогічних працівників для організації професійної підготовки майбутніх фахівців сфери телекомунікацій. Об'єктом дослідження визначено професійну освіту педагогічних працівників щодо організації професійної підготовки майбутніх фахівців сфери телекомунікацій; предметом дослідження – функціональну модель практики впровадження засобів цифровізації у професійній освіті педагогічних працівників; процес формування їх готовності до впровадження засобів цифровізації у професійну підготовку майбутніх фахівців сфери телекомунікацій.

У дослідженні застосовано комплекс теоретичних, емпіричних та статистичних методів, зокрема дефінітивний, формально-логічний, структурно-організаційний, функціональний, компаративний, праксіологічний та інформаційний аналізи, педагогічне моделювання, педагогічний експеримент, методи спостереження, анкетування й математичної статистики.

У дисертації вперше обґрунтовано практичні стратегії впровадження засобів цифровізації у професійній освіті педагогічних працівників для організації професійної підготовки майбутніх фахівців сфери телекомунікацій на основі інтеграції системного, діяльнісного, процесного, практикоорієнтованого, аксіологічного, акмеологічного, цифрового, технологічного та праксіологічного підходів; розроблено, обґрунтовано та верифіковано функціональну модель практики впровадження засобів цифровізації, що синергізує єдність цільової,

методологічної, методично-організаційної, змістової, інформаційно-технологічної та метричної підсистеми, у визначених організаційно-методичних та інформаційно-технологічних умовах забезпечення її ефективності; розроблено дворівневий критеріальний апарат діагностики сформованості рівня готовності педагогічних працівників до впровадження засобів цифровізації у професійну підготовку майбутніх фахівців сфери телекомунікацій для готовності до забезпечення впровадження засобів цифровізації за функціональним призначенням середовищ зайнятості; обгрунтовано та упроваджено в освітній процес професійної підготовки фахівців сфери телекомунікацій галузі знань 17 «Електроніка, автоматизація та електронні комунікації», спеціальності 172 «Електронні комунікації та радіотехніка» конструкт «Цифровий двійник» у складових: інструментальна мережа практики цифровізації навчання; конструкт освітніх компонентів з інструментально-технологічним забезпеченням; методичний органайзер із засобами інформаційно-технологічної комплектації інструментальної мережі практики цифровізації навчання та «Цифровий двійник» здобувача освіти; удосконалено понятійно-категоріальний апарат дослідження шляхом уточнення змісту дефініцій «професійна освіта педагогічних працівників», «професійна підготовка фахівців телекомунікацій», «цифровізація неперервної освіти ЗВО», «технології та засоби цифровізації», «готовність до впровадження засобів цифровізації у професійній освіті педагогічних працівників», «готовність до впровадження засобів цифровізації у професійній підготовці фахівців телекомунікацій»; удосконалено методику організації впровадження засобів цифровізації у професійну підготовку фахівців в ЗВО в системі неперервної освіти; подальшого розвитку набули теоретичні і методичні засади цифровізації професійної підготовки фахівців галузі G5 «Електроніка, електронні комунікації, приладобудування та радіотехніка».

Практичне значення дослідження полягає у поширенні обгрунтованих теоретичних, практичних і методичних засад педагогічної проблеми дослідження, актуальності реалізації функціональної моделі впровадження

засобів цифровізації у професійну підготовку майбутніх фахівців сфери телекомунікацій; застосуванні конструкту «Цифровий двійник»; запропоновано практики впровадження засобів і інструментів цифровізації при застосуванні ІКТ, педагогічних, інноваційних та імерсивних технологій у професійній підготовці майбутніх фахівців сфери телекомунікацій, зокрема організації практичного навчання, переддипломного практикуму), програм і силабусів дисциплін «Системи комутації та розподілу інформації» та «Основи телебачення та радіомовлення» та методичного супроводу курсового проектування з «Радіoeлектронні системи» та підготовки кваліфікаційних робіт майбутніх фахівців телекомунікацій галузі знань 17 «Електроніка, автоматизація та електронні комунікації», спеціальності 172 «Електронні комунікації та радіотехніка» та для професійної освіти педагогічних працівників, зокрема організації практичного навчання, програма і силабус дисциплін «Методика професійного навчання» та підготовки кваліфікаційних робіт майбутніх магістрів галузі знань 01 Освіта/Педагогіка, спеціальності 015 Професійна освіта, за спеціалізаціями – цифрові технології; електроніка, метрологія та радіотелекомунікації.

Ключові слова: професійна підготовка, теорія і методика професійної освіти, майбутні фахівці сфери телекомунікації, педагогічні працівники, засоби цифровізації, цифровізація, інформаційно-комунікаційні технології, педагогічні технології, інноваційні технології, імерсивні технології, впровадження засобів цифровізації, модель, функціональна модель, цифровий двійник, організаційно-методичні та інформаційно-технологічні умови, готовність, готовність до впровадження засобів цифровізації.

ANNOTATION

Sotnichenko Yu.O. Theory and Practice of Implementing Digitalization Tools for the Professional Training of Telecommunications Specialists. – Manuscript Status.

Dissertation for the degree of Candidate of Pedagogical Sciences, specialty 13.00.04 – theory and methodology of professional education. – Drahomanov Ukrainian State University, Kyiv, 2026.

The dissertation addresses a relevant scientific problem in the theory and methodology of professional education by developing, theoretically substantiating, and experimentally verifying a functional model for implementing digitalization tools in the professional training of future telecommunications specialists.

The object of the study is the professional education of teaching staff concerning the organization of professional training for future telecommunications specialists; the subject of the study is the functional model of practice for implementing digitalization tools in the professional training of future telecommunications specialists and the process of developing the readiness of academic staff to implement these tools in the professional training of future telecommunications specialists.

The study employs a comprehensive set of theoretical, empirical, and statistical research methods, including definitional, formal-logical, structural-functional, comparative, praxeological, and information analyses, pedagogical modelling, pedagogical experiment, observation, questionnaires, testing, and methods of mathematical statistics.

For the first time, practical strategies for implementing digitalization tools in the professional training of future telecommunications specialists have been theoretically substantiated based on the integration of systemic, activity-based, process-oriented, practice-oriented, axiological, acmeological, digital, technological, and praxeological approaches. A functional model for implementing digitalization tools has been developed, theoretically substantiated, and experimentally verified. The model integrates target, methodological, organizational-methodical, content-related, information-technological, and diagnostic-resultative subsystems and is implemented

under specific organizational-pedagogical and information-technological conditions; a two-level criterion-based framework for diagnosing the level of teaching staff's readiness to implement digitalization tools in the professional training of future telecommunications specialists has been developed to assess their readiness to integrate digitalization tools in accordance with the functional requirements of workplace environments;

the "Digital Twin" construct has been theoretically substantiated and integrated into the educational process for the professional training of future specialists in telecommunications within Field of Knowledge 17 – Electronics, Automation and Electronic Communications, Specialty 172 – Electronic Communications and Radio Engineering, encompassing the following components: an instrumental network for the practice of digitalized learning; a construct of educational components with instrumental and technological support; a methodological organizer incorporating information and technological tools for the instrumental network supporting the practice of digitalized learning; and the learner's "Digital Twin"; the conceptual and categorical framework of the study has been improved by clarifying the definitions of "professional education of teaching staff," "professional training of telecommunications specialists," "digitalization of lifelong higher education," "digitalization technologies and tools," "readiness to implement digitalization tools in the professional education of teaching staff," and "readiness to implement digitalization tools in the professional training of telecommunications specialists"; the methodology for organizing the implementation of digitalization tools in the professional training of specialists within higher education institutions under the lifelong learning framework has been further developed; the theoretical and methodological foundations of the digitalization of professional training in Field of Knowledge G5 "Electronics, Electronic Communications, Instrumentation Engineering, and Radio Engineering" have also been advanced.

The practical significance of the study lies in advancing the theoretical, practical, and methodological foundations of the pedagogical problem under investigation, substantiating the implementation of a functional model for integrating digitalization

tools into the professional training of future telecommunications specialists; the development and application of the Digital Twin construct; practical approaches to the implementation of digitalization tools and technologies through the application of ICT, pedagogical, innovative, and immersive technologies in the professional training of future telecommunications specialists were proposed. These approaches were incorporated into the organization of practical training and pre-graduation internships, the curricula and syllabi of the courses "Switching and Information Distribution Systems" and "Fundamentals of Television and Broadcasting," the methodological support for the course project in "Radio Electronic Systems", and the preparation of qualification theses for future telecommunications specialists in Field of Knowledge 17 – Electronics, Automation and Electronic Communications, Specialty 172 – Electronic Communications and Radio Engineering. Furthermore, these approaches were adapted for the professional education of teaching staff, including the organization of practical training, the curriculum and syllabus of the course "Methodology of Vocational Education", and the preparation of qualification theses for future master's students in Field of Knowledge 01 – Education/Pedagogy, Specialty 015 – Vocational Education, with specializations in Digital Technologies, Electronics, Metrology and Radio Telecommunications.

Key words: *professional training, theory and methodology of vocational education, future telecommunications specialists, teaching staff, digitalization tools, digitalization, information and communication technologies (ICT), pedagogical technologies, innovative technologies, immersive technologies, implementation of digitalization tools, model, functional model, Digital Twin, organizational, methodological, information and technological conditions, readiness, readiness to implement digitalization tools.*

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА

Наукові праці, в яких опубліковано основні наукові результати дисертації

Статті в наукових фахових виданнях України

1. **Сотніченко Ю.О.** Використання віртуальних лабораторій у навчанні фахівців телекомунікаційних спеціальностей. *Педагогічна Академія: наукові записки*, 2024. Вип. 8. URL: <https://doi.org/10.5281/zenodo.13144360>.
2. **Сотніченко Ю.О.** Роль цифрових платформ в підвищенні якості освіти фахівців з телекомунікації. *Педагогічна Академія: наукові записки*, 2024. Вип. 9. URL: <https://doi.org/10.5281/zenodo.13254316>.
3. **Сотніченко Ю.О.** Цифровізація освітніх технологій як чинник оновлення змісту і методів професійної підготовки у телекомунікаційній галузі. *Педагогічна Академія: наукові записки*, 2024. Вип. 13. URL: <https://doi.org/10.5281/zenodo.15538890>.
4. **Сотніченко Ю.О.,** Титова Н.М. Практика впровадження засобів цифровізації у професійну підготовку майбутніх фахівців сфери телекомунікацій з інформаційно-технологічним забезпеченням. *Педагогічна Академія: наукові записки*, 2025. Вип. 24. URL: <https://doi.org/10.5281/zenodo.17779355>.

Статті у зарубіжних наукових періодичних виданнях і виданнях, віднесених до міжнародних наукометричних баз даних

5. Kharlai L., Kunakh N., **Sotnichenko Yu.**, Konovalov O., Skubak O., Manko O. Dynamic Information Protection Method on Computer Optical Networks. *International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering*. Advanced Trends in Computer Science and Engineering. 2020. Vol. 9, № 3. pp. 3666 – 3670 (індексується в міжнародних базах даних – BASE, WorldCat, Science Central).

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації

6. **Сотніченко Ю.** Особливості надання послуг в архітектурі IMS. *Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах* (8 – 13.06. 2018, Одеса, Україна). С. 214-215.

7. Gnatyuk S., Polishchuk Y., Sydorenko V., **Sotnichenko Yu.** Determining the level of importance for critical information infrastructure objects. *2019 IEEE International Scientific-Practical Conference: Problems of Infocommunications Science and Technology, PIC S and T 2019 – Proceedings.* (8–11.10. 2019, Kyiv, Ukraine). pp. 829–834. (**Скопус**).

8. Gnatyuk S., Sydorenko V., Polihenko O., **Sotnichenko Yu.**, Nechyporuk O. Studies on the Disasters Criticality Assessment in Aviation Information Infrastructure. *Proceedings of the 1st International Workshop on Computational & Information Technologies for Risk-Informed Systems (CITRisk 2020) co-located with XX International scientific and technical conference on Information Technologies in Education and Management (ITEM 2020)* (15-16.10.2020, Kherson, Ukraine) Vol. 2805 of *CEUR Workshop Proceedings*, pp. 282-296. (**Скопус**).

9. Sydorenko V., Gnatyuk S., Fesenko A., Tolbatov A., **Sotnichenko Yu.** Experimental FMECA-based Assessing of the Critical Information Infrastructure Importance in Aviation. *CEUR Workshop Proceedings.* Vol. 2732: *Proceedings of the 16th International Conference on ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer (ICTERI 2020).* Volume II: Workshops, (6–10.10.2020. Kharkiv, Ukraine). pp.136–156 (**Скопус**).

10. Gnatyuk S., Sydorenko V., Goncharenko I., **Sotnichenko Yu.**, Seilova N., Basshykyzy D. Experimental Identification of the Critical Information Infrastructure Objects in Aviation. *CEUR Workshop Proceedings.* Vol. 2654: *Proceedings of the International Workshop on Cyber Hygiene (CybHyg-2019)*, Aachen: CEUR-WS.org, 2020. (30.10.2019. Kyiv, Ukraine) pp. 798–809. (**Скопус**).

11. Коновалов О. Ю., Кунах Н. І., Манько О. О., Нікіфоренко К. Б., **Сотніченко Ю.О.**, Харлай Л. О. Ефективний метод динамічного захисту інформації на оптичних лінійних спорудах критичної інфраструктури. *Science, Society, Education: Topical Issues and Development Prospects: Abstracts of the V International Scientific and Practical Conference*, (12–14.04.2020, Kharkiv, Ukraine). С. 260–266.

12. Григоренко О.Г., **Сотніченко Ю.О.**, Харлай Л.О. Методи підвищення ефективності інформаційно-комунікаційних систем на оптичних мережах зв'язку. *Матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції Інформаційні технології в освіті, науці і техніці (ІТОИТ-2020)*. (21–23.06.2020, Черкаси, Україна). С. 68–69.

13. Gnatyuk S., Sydorenko V., Polozhentsev A., **Sotnichenko Yu.** Experimental Cybersecurity Level Determination in the Civil Aviation Critical Infrastructure. *2020 IEEE International Conference on Problems of Infocommunications Science and Technology (PIC S&T 2020)*, (6–9.10.2020, Kyiv, Ukraine). pp. 757–764. (**Скопус**).

14. Bocu R., Iavich M., Gnatyuk S., Ospanova D., **Sotnichenko Yu.** Secure E-Health System for the Integrated Management of Personal Health Data Collected by IoT Devices. *CEUR Workshop Proceedings*. Vol. 2923: *Proceedings of the International Workshop on Cyber Hygiene (CybHyg-2021)*, (28.06.2021, Kyiv, Ukraine). pp. 164–174. (**Скопус**).

15. Manko O., Konovalov O., Kharlai L., **Sotnichenko Yu.**, Kunah N., Vakas V. Features of the Application of Protective Devices in 5G Technology. *2022 IEEE 2nd Ukrainian Microwave Week (UkrMW 2022)*, (19–23.09.2022, Kharkiv, Ukraine). pp.19–23. (**Скопус**).

Наукові праці, які додатково відображають наукові результати дисертації:

16. Кунах Н., Харлай Л., Коновалов О., Нікіфорова К., **Сотніченко Ю.**, Матюшичев Ю. Особливості безпроводного абонентського доступу з використанням оптичних технологій. *Технічні науки та технології*. 2018. №2 (12). С.127-135.

17. Манько О.О., Кунах Н.І., Скубак О.М., Харлай Л.О., **Сотніченко Ю.О.** Ефективні методи вимірювань параметрів якості генераторів НВЧ в системах зв'язку п'ятого покоління. *Сучасна спеціальна техніка*, 2020. №1(60). С.38-47.

18. Гнатюк С., Сидоренко В., **Сотніченко Ю.** Базові аспекти захисту конфіденційної інформації на об'єктах критичної інформаційної

інфраструктури. *Кібербезпека: освіта, наука, техніка*. 2020. Том 1, № 9. С.170-181.

19. Гнатюк С.О., Поліщук Ю.Я., **Сотніченко Ю.О.**, Жаксигулова Д.Д. Аналіз кращих світових практик щодо захисту критичної інформаційної інфраструктури. *Кібербезпека: освіта, наука, техніка*. №2(10), 2020. С.184-196.

20. **Сотніченко Ю.О.** Метод динамічного захисту інформації на оптичних лінійних спорудах критичної інфраструктури. *Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: технічні науки*. 2020. Том 31 (70). Ч.1. № 2. С. 52.

21. Manko O.O., Kunah N.I., Kharlai L.O., Nikiforenko K.B., Konovalov O.Yu., **Sotnichenko Yu.O.** Protection of input circuits of microwave range radio relay stations receivers against powerful impulse interferences. *Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського, серія Технічні науки*. 2023, Т. 34(73), Ч.1. С.67-74.

ЗМІСТ

АНОТАЦІЇ.....	2
СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА.....	8
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ.....	14
ВСТУП.....	15
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ЦИФРОВІЗАЦІЇ ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ	24
1.1. Дефінітивний аналіз тезаурусу педагогічної проблеми дослідження	24
1.2. Формально-логічний аналіз правового та технічного регулювання цифровізації для професійної підготовки майбутніх фахівців у ЗВО.....	48
<i>Висновки до першого розділу.....</i>	<i>95</i>
<i>Список використаної літератури до першого розділу.....</i>	<i>98</i>
РОЗДІЛ 2. ПРАКТИКА ТА МЕТОДИКА ВПРОВАДЖЕННЯ ЗАСОБІВ ЦИФРОВІЗАЦІЇ У ПРОФЕСІЙНІЙ ОСВІТІ ПЕДАГОГІЧНИХ ПРАЦІВНИКІВ ДЛЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ СФЕРИ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ.....	120
2.1. Структурно-організаційний та функціональний аналіз специфіки сфери телекомунікацій для практичної релізації підходів та принципів цифровізації професійної підготовки майбутніх фахівців у ЗВО	120
2.2. Практики організації впровадження засобів цифровізації у професійній освіті педагогічних працівників для організації професійної підготовки майбутніх фахівців сфери телекомунікацій	153
<i>Висновки до другого розділу.....</i>	<i>167</i>
<i>Список використаної літератури до другого розділу.....</i>	<i>171</i>

РОЗДІЛ 3. ПРОЄКТУВАННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ МОДЕЛІ ПРАКТИКИ ВПРОВАДЖЕННЯ ЗАСОБІВ ЦИФРОВІЗАЦІЇ У ПРОФЕСІЙНІЙ ОСВІТІ ПЕДАГОГІЧНИХ ПРАЦІВНИКІВ ДЛЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ СФЕРИ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ.....	179
3.1. Обґрунтування та моделювання функціональної моделі практики впровадження засобів цифровізації у професійній освіті педагогічних працівників для організації професійної підготовки майбутніх фахівців сфери телекомунікацій.....	179
3.2. Педагогічний експеримент щодо встановлення ефективності функціональної моделі практики впровадження засобів цифровізації у професійній освіті педагогічних працівників для організації професійної підготовки майбутніх фахівців сфери телекомунікацій.....	196
<i>Висновки до третього розділу.....</i>	<i>218</i>
<i>Список використаної літератури до третього розділу.....</i>	<i>222</i>
ВИСНОВКИ.....	224
ДОДАТКИ.....	230

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

IoT – Інтернет речей (з англ. – Internet of Things)

СКІБ – системи контролю і управління безпекою

SCADA – система диспетчерського управління та збору даних (з англ. – Supervisory Control and Data Acquisition)

GDPR – загальний регламент про захист даних (з англ. – General Data Protection Regulation)

ШІ – штучний інтелект

ЄС – Європейський Союз

Директива NIS2 – Директива про мережеву та інформаційну безпеку (з англ. – Network and Information Security Directive 2).

ООН – Організація Об'єднаних Націй

ENISA – Агентство Європейського Союзу з питань мережевої та інформаційної безпеки (з англ. – European Union Agency for Network and Information Security)

GCP – Гугл хмарна платформа (з англ. – Google Cloud Platform)

IEEE – Інститут інженерів з електротехніки та електроніки (з англ. – Institute of Electrical and Electronics Engineers)

ISO – Міжнародна організація зі стандартизації (з англ. – International Organization for Standardization)

LMS – система управління навчанням(з англ. – Learning Management System)

5G – «п'яте покоління» мобільного зв'язку або бездротових систем(з англ. – 5th Generation)

ІКТ – інформаційно-телекомунікаційні технології

ЗВО – заклад вищої освіти

ITU – міжнародна спілка електрозв'язку (з англ. – International Telecommunication Union)

КМУ – Кабінет Міністрів України

ЄС – Європейський Союз

WCAG – рекомендації з доступності веб-контенту (з англ. – Web Content Accessibility Guidelines)

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. Цифровізація суспільства (з англ. – Society 5.0) утверджує принципово нові абрисы архітектури якості та безпеки соціокультурних форм у сфері освіти, науки й інноватики та інженерно-технологічної сфери, що обумовлює трансформацію організації й забезпечення теоретичних і практичних розробок професійної підготовки фахівців сфери телекомунікації в процесі впровадження засобів цифровізації. У глобальних умовах соціальної турбулентності сфера телекомунікацій є динамічно технологічною галуззю, що забезпечує розвиток цифрової інфраструктури держави, функціонування електронних комунікацій, цифрових сервісів, систем кібербезпеки, мереж передачі даних, хмарних платформ, центрів інформаційно-аналітичної обробки даних, інтелектуальних систем транспортування, логіки промислового Інтернету речей та запорукою ефективності цифрових екосистем. Професійна підготовка майбутніх фахівців сфери телекомунікацій у закладах вищої освіти (далі – ЗВО) набуває стратегічного значення для забезпечення цифрової конкурентоспроможності, критично важливого розвитку економіки та інтеграції національної системи освіти, науки й інноватики України до Європейського простору вищої освіти і науки.

Теоретико-методологічні засади підготовки фахівців сфери телекомунікацій ґрунтуються на результатах досліджень, присвячених як загальним аспектам теорії і методики професійної освіти, так і специфіці її інженерно-технічної складової. Вагомий внесок у розробку теоретичних основ підготовки фахівців у галузі телекомунікацій здійснено ученими у питаннях: практичного використання інформаційних технологій у професійній підготовці фахівців галузі ІКТ – А. Гуржій, В. Биков, С. Семеріков, В. Спірін, зокрема щодо покращення цифрової компетентності здобувачів у закладах професійної передвищої освіти – С. Антощук; інноваційного розвитку моделей технологічного інструментарію в системах відкритої освіти – В. Биков; В. Биков, О. Білоус, Ю. Богачков – основ технічного регулювання, ІКТ-компетентностей в освіті України; В. Биков, О. Буров, А. Гуржій – перспектив та практики

інформатизації зі застосуванням ІКТ підготовки; В. Биков, О. Спірін, О. Пінчук – проблематики та стратегій інформатизації сфери освіти, науки й інноватики; А. Гуржій, В. Лапінський – теорії, проблематики та методології сучасних інформаційних технологій та інноваційних методик навчання для підготовки майбутніх фахівців; С. Семеріков – фундаментальних основ забезпечення викладання інформативних дисциплін у ЗВО; О. Спірін, А. Яцишин – корисних практик та досвіду підготовки дослідників ІКТ; колективного доробку В. Бикова, О.Пінчук – цифровізації освітньо-наукового простору та забезпечення його транспарентності.

Дослідження проблематики теоретичних та практичних засад впровадження засобів цифровізації для професійної підготовки фахівців сфери телекомунікацій зумовили виокремлення **суперечностей між**: тенденціями цифровізації сфери телекомунікації та недостатньою орієнтацією освітнього процесу на системне використання сучасних засобів цифровізації задля формування професійної компетентності майбутніх фахівців; стрімким розвитком цифрових освітніх технологій, адаптивного навчання, віртуальних лабораторій, цифрових двійників, штучного інтелекту, симуляторів виробничих процесів та недостатнім використанням інноваційних педагогічних технологій під час впровадження засобів цифровізації у професійній освіті педагогічних працівників та у професійній підготовці фахівців телекомунікацій; потребою об'єктивного оцінювання результативності практики впровадження засобів цифровізації у професійну освіту педагогічних працівників та професійну підготовку майбутніх фахівців сфери телекомунікацій та недостатньою розробленістю критеріального апарату діагностики рівнів сформованості їх готовностей до впровадження засобів цифровізації.

Необхідність модернізації та удосконалення професійної освіти педагогів з метою забезпечення організації професійної підготовки фахівців сфери телекомунікацій засобами цифровізації у системі неперервної освіти ЗВО потребує подолання суперечностей і зумовила вибір теми дослідження **«Теорія та практика впровадження засобів цифровізації для професійної підготовки**

фахівців сфери телекомунікацій».

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертація виконана відповідно до тематичного плану УДУ імені Михайла Драгоманова та відображає наукові дослідження у межах зведеного плану науково-дослідних робіт сфери освіти, науки та інноватики «Теоретичні та методичні основи формування системи післядипломної освіти на засадах сталого розвитку» (ДР № 0117U004914) та «Освітня політика якості й безпеки життєдіяльності соціокультурних форм для сталого розвитку України» (ДР № 0122U000046) в Українському державному університеті імені Михайла Драгоманова.

Тему дисертаційної роботи затверджено Вченою радою НПУ імені М.П. Драгоманова (протокол №9 від 30 грудня 2015 р.).

Мета дослідження полягає у розробленні, обґрунтуванні та верифікації функціональної моделі практики впровадження засобів цифровізації у професійній освіті педагогічних працівників для організації професійної підготовки майбутніх фахівців сфери телекомунікацій.

Для досягнення мети визначено такі **завдання дослідження**:

1. Здійснити дефінітивний аналіз тезаурусу педагогічної проблеми дослідження у надбаннях академічної спадщини.
2. Проводити формально-логічний аналіз правового та технічного регулювання забезпечення цифровізації професійної підготовки майбутніх фахівців у ЗВО.
3. Здійснити структурно-організаційний, функціональний, компаративний та праксіологічний аналізи дослідження ефективності практики та методики організації впровадження засобів цифровізації у професійній освіті педагогічних працівників для організації професійної підготовки майбутніх фахівців сфери телекомунікацій.
4. Обґрунтувати та розробити дворівневий критеріальний апарат діагностики рівнів сформованості готовності педагогічних працівників до впровадження засобів цифровізації у професійну підготовку майбутніх фахівців

сфери телекомунікацій для забезпечення готовності впровадження засобів цифровізації за функціональним призначенням середовищ зайнятості.

5. Розробити, обґрунтувати та верифікувати функціональну модель практики впровадження засобів цифровізації у професійній освіті педагогічних працівників для організації професійної підготовки майбутніх фахівців сфери телекомунікацій у визначених організаційно-методичних та інформаційно-технологічних умовах забезпечення її ефективності.

Об'єкт дослідження – теорія і практика впровадження засобів цифровізації у професійній освіті педагогічних працівників для організації професійної підготовки майбутніх фахівців сфери телекомунікацій.

Предмет дослідження – функціональна модель практики впровадження засобів цифровізації у професійній освіті педагогічних працівників для організації професійної підготовки майбутніх фахівців сфери телекомунікацій; процес формування готовності педагогічних працівників до впровадження засобів цифровізації професійної підготовки майбутніх фахівців сфери телекомунікацій.

Для вирішення поставлених завдань було застосовано комплекс **методів дослідження**: аналіз – дефінітивний для вивчення розробленості тезаурусу педагогічної проблеми в академічних надбаннях; формально-логічний для встановлення кейсу забезпечення засобів правового та технічного регулювання процесу формування готовності педагогічних працівників до впровадження засобів цифровізації професійної підготовки майбутніх фахівців сфери телекомунікацій; структурно-організаційний, функціональний, компаративний та праксіологічний для дослідження ефективності практики організації впровадження засобів цифровізації у професійній освіті педагогічних працівників для організації професійної підготовки майбутніх фахівців сфери телекомунікацій у визначених організаційно-методичних та інформаційно-технологічних умовах забезпечення функціональної моделі; інформаційний для комплексного дослідження теорії і методики професійної освіти засобами конструкту «Цифровий двійник»; моделювання практики впровадження засобів

цифровізації у професійній освіті педагогічних працівників для організації професійної підготовки майбутніх фахівців сфери телекомунікацій; педагогічний експеримент для діагностики рівнів сформованості готовності педагогічних працівників до впровадження засобів цифровізації професійної підготовки майбутніх фахівців сфери телекомунікацій, з яких аналізи – *теоретичні* (дефінітивний, формально-логічний, структурно-організаційний, функціональний, компаративний, праксіологічний та інформаційний); *емпіричні* (моделювання, анкетування) та *статистичний*.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у тому, що *уперше*:

- *обґрунтовано* практичні стратегії впровадження засобів цифровізації у професійній освіті педагогічних працівників для організації професійної підготовки майбутніх фахівців сфери телекомунікацій, що ґрунтуються на інтеграції системного, діяльнісного, процесного, практикоорієнтованого, аксіологічного, акмеологічного, цифрового, технологічного та праксіологічного підходів дослідження та організації підготовки і забезпечують цілісну єдність дуальності процесу формування рівнів сформованості її готовності;

- *розроблено, обґрунтовано та верифіковано* функціональну модель практики впровадження засобів цифровізації у професійній освіті педагогічних працівників для організації професійної підготовки майбутніх фахівців сфери телекомунікацій (далі – функціональна Модель), що синергізує єдність цільової, методологічної, методично-організаційної, змістової, інформаційно-технологічної та метричної підсистем у визначених організаційно-методичних та інформаційно-технологічних умовах забезпечення її ефективності;

- *розроблено* дворівневий критеріальний апарат діагностики сформованості рівня готовності педагогічних працівників до впровадження засобів цифровізації у професійну підготовку майбутніх фахівців сфери телекомунікацій з готовністю до забезпечення впровадження засобів цифровізації за функціональним призначенням середовищ зайнятості;

- *обґрунтовано та упроваджено в освітній процес* професійної

підготовки фахівців сфери телекомунікацій галузі знань 17 «Електроніка, автоматизація та електронні комунікації», спеціальності 172 «Електронні комунікації та радіотехніка» конструкт «Цифровий двійник» у складових: інструментальна мережа практики цифровізації навчання; конструкт освітніх компонентів з інструментально-технологічним забезпеченням; методичний органайзер із засобами інформаційно-технологічної комплектації інструментальної мережі практики цифровізації навчання та «Цифровий двійник» здобувачів освіти;

–*удосконалено* понятійно-категоріальний апарат дослідження шляхом уточнення змісту дефініцій «професійна освіта педагогічних працівників», «професійна підготовка фахівців телекомунікацій», «цифровізація неперервної освіти ЗВО», «технології та засоби цифровізації», «готовність до впровадження засобів цифровізації у професійній освіті педагогічних працівників», «готовність до впровадження засобів цифровізації у професійній підготовці фахівців телекомунікацій»;

–*удосконалено* процес формування готовності педагогічних працівників до впровадження засобів цифровізації у професійну підготовку фахівців в ЗВО в системі неперервної освіти;

–*подальшого розвитку* набули теоретичні і методичні засади цифровізації професійної підготовки фахівців галузі G5 «Електроніка, електронні комунікації, приладобудування та радіотехніка».

Практичне значення одержаних результатів дослідження полягає у поширенні теоретичних, методичних і практичних засад розробленості педагогічної проблеми, актуальності реалізації функціональної моделі впровадження засобів цифровізації у професійну підготовку майбутніх фахівців сфери телекомунікацій; застосуванні конструкту «Цифровий двійник» науково-педагогічними, педагогічними працівниками (завідувачами лабораторій, старшими викладачами та майстрами виробничого навчання) та допоміжним персоналом; дворівневий критеріальний апарат діагностики рівнів сформованості готовності до впровадження засобів цифровізації у професійній

освіті педагогічних працівників та фахівців телекомунікацій у середовищах професійної зайнятості; запропоновано практики впровадження засобів цифровізації при застосування ІКТ, педагогічних, інноваційних та імерсивних технологій у професійній підготовці майбутніх фахівців сфери телекомунікацій, зокрема організації практичного навчання (навчальної і виробничої практики (стажування на першому робочому місці), переддипломного практикуму), програм і силабусів дисциплін «Системи комутації та розподілу інформації» та «Основи телебачення та радіомовлення» та методичного супроводу курсового проєктування з «Радіoeлектронні системи» та підготовки кваліфікаційних робіт майбутніх фахівців телекомунікацій галузі знань 17 «Електроніка, автоматизація та електронні комунікації», спеціальності 172 «Електронні комунікації та радіотехніка» та для професійної освіти педагогічних працівників, зокрема організації практичного навчання (навчальні, виробничі і переддипломні), «Методика професійного навчання» та підготовки кваліфікаційних робіт майбутніх магістрів галузі знань 01 Освіта/Педагогіка, спеціальності 015 Професійна освіта, за спеціалізаціями – цифрові технології; електроніка, метрологія та радіотелекомунікації, що актуально для використання при оновленні освітньо-професійних програм підготовки здобувачів галузі G Інженерія, виробництво та будівництво, спеціальності G5 Електроніка, електронні комунікації, приладобудування та радіотехніка, а також навчальних планів, силабусів, програм галузі A Освіта, спеціальності A5 Професійна освіта (за спеціалізаціями) у системі неперервної освіти ЗВО.

Основні положення та результати дослідження впроваджено у освітній процес Українського державного університету імені Михайла Драгоманова (акт впровадження № 371 від 01.07.2026 р.), Університету Григорія Сковороди в Переяславі (довідка № 451/2 від 17.06.2026 р.), Державного університету інформаційно-комунікаційних технологій (акт впровадження від 22.05.2026р.), Національного університету «Київський авіаційний інститут» (довідка № 273/л від 22.06.2026р.) та Харківського національного автомобільно-дорожнього університету (довідка № 1255/31 від 15.07.2026 р.).

Особистий внесок здобувача. Результати дослідження, що представлено в дисертації, автором отримано особисто, а у публікаціях у співавторстві, автором: [4] – конкретизовано семантику мережевих симуляторів і платформ для практичної підготовки фахівців сфери телекомунікацій; [5] – систематизовано наукові відомості щодо захисту інформаційних потоків в оптичних мережах і проаналізовано їх практичне використання методом динамічного захисту інформації в телекомунікаційних системах; [7] – експериментальна перевірка методу визначення критичності для застосування у сфері телекомунікацій; [8] – аналіз функціонування інформаційних систем як складових критичної інформаційної інфраструктури; [9] – аналіз критеріїв оцінювання критичних інформаційних систем з експериментальною перевіркою ефективності FMESA-методу; [10] – апробовано програмні засоби експериментальної ідентифікації об'єктів критичної інформаційної інфраструктури, здійснено оцінювання ефективності застосування FMESA-методу; [11] – аналіз особливостей використання технологій динамічного захисту інформації в оптичних телекомунікаційних системах критичної інфраструктури; [12] – систематизовано наукові підходи підвищення ефективності інформаційно-комунікаційних систем у оптичних мережах зв'язку; [13] – експериментальна перевірка методу визначення рівня кібербезпеки об'єктів критичної інформаційної інфраструктури; [14] – аналіз ефективності використання криптографічних механізмів для забезпечення конфіденційності інформації; [15] – аналіз можливостей застосування широкосмугових захисних пристроїв у телекомунікаційних системах; [16] – аналіз технологій безпроводного абонентського доступу на основі оптичних мереж; [17] – узагальнено вимоги до метрологічного забезпечення вимірювань; [18] – аналіз міжнародних та національних підходів до забезпечення захисту конфіденційної інформації на об'єктах критичної інформаційної інфраструктури; [19] – порівняльний аналіз міжнародного досвіду захисту критичної інформаційної інфраструктури; [21] – аналіз засобів захисту вхідних кіл приймачів міліметрового діапазону.

Апробація матеріалів дисертації здійснювалась під час виступів на

семінарах, засіданнях кафедри професійної підготовки, документознавства та публічного управління та щорічних звітно-наукових конференціях викладачів Українського державного університету імені Михайла Драгоманова. Основні результати дослідження доповідалися і обговорювалися на науково-практичних конференціях рівня: *міжнародного* – XIII міжнародна науково-технічна конференція «Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах» (Одеса, 2018); V міжнародна конференція «Science, society, education: topical issues and development prospects» (Харків, 2020); V міжнародна науково-практична конференція «Інформаційні технології в освіті, науці і техніці» (Черкаси, 2020); XX міжнародна науково-технічна конференція «Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах» (Одеса, 2020); Proceedings of the 16th International Conference on ICT in Education (Харків, 2020); *всеукраїнського* – XII всеукраїнська науково-практична конференція «Стан та удосконалення безпеки інформаційно-телекомунікаційних систем (SITS' 2020)» (Миколаїв, 2020).

Публікації. Основні результати дисертаційного дослідження відображено у 21 публікаціях, серед них 4 статті у наукових фахових педагогічних виданнях України, стаття у зарубіжному науковому періодичному виданні, віднесеному до міжнародних наукометричних баз даних, 10 наукових публікацій, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації у матеріалах конференцій, серед них 7 у виданнях, які віднесено до міжнародної наукометричної бази Скопус і 6 публікацій, які додатково відображають наукові результати дисертації.

Структура й обсяг роботи. Дисертація складається з анотації українською й англійською мовами, вступу, трьох розділів, висновків до розділів, загальних висновків, списків використаних джерел до кожного розділу. Загальний обсяг дисертації становить 245 сторінок, з них 9 рисунків, 27 таблиць і 3 додатків.

РОЗДІЛ 1.

ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ЦИФРОВІЗАЦІЇ ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ

1.1. Дефінітивний аналіз тезаурусу педагогічної проблеми дослідження

Теоретико-методологічні засади підготовки фахівців галузі телекомунікацій ґрунтуються на результатах досліджень, присвячених як загальним аспектам теорії і методики професійної освіти, так і специфіці технічної складової. Вагомий внесок у розробку теоретичних основ підготовки фахівців у галузі телекомунікацій здійснено ученими у питаннях: практичного використання інформаційних технологій у професійній підготовці фахівців галузі ІКТ – А. Гуржій, В. Биков, С. Семеріков, В. Спірін, зокрема щодо покращення цифрової компетентності здобувачів у закладах професійної передвищої освіти – С. Антошук [1]; інноваційного розвитку моделей технологічного інструментарію в системах відкритої освіти – В. Биков [8, 9]; В. Биков, О. Білоус, Ю. Богачков [10] – основ технічного регулювання, ІКТ компетентностей в освіті України; В. Биков, О. Буров, А. Гуржій [109] – перспектив та практики інформатизації зі застосуванням ІКТ підготовки; В. Биков, О. Спірін, О. Пінчук [7] – проблематики та стратегій інформатизації сфери освіти, науки й інноватики; А. Гуржій, В. Лапінський [25] – теорія, проблематика та методологія сучасних інформаційних технологій та інноваційних методик навчання для підготовки майбутніх фахівців; С. Семеріков [111] – фундаментальні основи забезпечення викладання інформативних дисциплін у ЗВО; корисні практики та досвід підготовки дослідників ІКТ – О. Спірін, А. Яцишин [115]; колективної праці В. Бикова, О. Пінчук [134] щодо цифровізації освітньо-наукового простору та забезпечення його транспарентності.

Технічних і організаційних аспектів розбудови інформаційно-комунікаційного середовища та встановлення тенденцій розвитку телекомунікаційних мереж і систем зв'язку студіювали: теоретичного базису розвитку телекомунікаційних систем – С. Барась, О. Костюк, Ю. Кравцов [3];

М.Ільченко [82]; організації науково-дослідних робіт у сфері телекомунікацій – М.Згуровський, М.Ільченко, Є.Якорнов [46]; функціоналу та перспектив новітніх телекомунікаційних мереж – М.Ільченко, С. Кравчук [47]; концептуалізації формування, організації та методологічного сервісу навчально-пізнавальної діяльності учасників освітнього процесу у цифровому освітньому просторі – Л. Карташова [51]; автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій в телекомунікаційних системах і платформах забезпечення – А.Микитишин, М.Митник, П.Стухляк [75]; проектних технологій телекомунікаційних платформ – В. Стеклов, Л. Беркман [116]; телекомунікаційних та інформаційних платформ забезпечення колективних досягнень аналізу в сфері телекомунікацій – П. Воробієнко, Л. Нікітюк, П. Резніченко [18]; М. Ільченка, С. Кравчука [33].

Теоретико-методологічні засади підготовки фахівців галузі електроніки та радіoeлектроніки досліджували: С.Барась, О.Костюк, Ю. Кравцов [3] щодо – теорій телекомукаційних мереж; І. Бардус [4] – теоретико-методичних аспектів фундаменталізації професійної освіти фахівців для сфери ІКТ; Л. Васіна [25] – дидактика інтеграції специфіки математичних знань у професійній підготовці майбутніх фахівців радіoeлектроніки; методології – теорії, практики, інтеграції фахових і математичних сучасних наукових знань у професійній освіті радіотехніків; прикладного математичного циклу в професійній ступеневій освіті фахівців; проблем математичного забезпечення професійно-практичної складової освіти радіотехніків; О. Жарова [43, 44] – професійного формування інформаційної компетентності фахівців радіoeлектроніків; забезпечення педагогічних умов для ІКТ компетентності фахівців радіотехніків; проблем моделей інформаційної компетентності майбутніх радіотехніків; Л. Марцева [30] – теоретико-методичних засад професійної освіти фахівців радіотехніків; професійної підготовки в технологічних ЗВО фахівців радіотехніки; методики організації підготовки радіотехніків у технічних коледжах; Л.Сергеева, Т.Стойчик, К.Мартиненко [112] – адміністрування освіти електротехніків в закладах професійного навчання

В умовах цифрової трансформації суспільної діяльності, інтенсифікації розбудови інформаційно-комунікаційних мереж особливої актуальності набуває

переосмислення теоретичних, практичних і методичних засад практичних засобів цифровізації у професійній підготовці фахівців сфери телекомунікацій. Проблематику дослідження розкрито у галузях технічних і педагогічних наук і знань міждисциплінарної семантики методологічних підходів, які розвивали: Ю. Бендес [5] – теоретико-методичних аспектів викладання фізики фахівцям сфери телекомунікацій зі застосуванням педагогічної інноватики; А.Гуржій, Л.Карташова, А.Квятковська, В. Зайчук [24] щодо змішаної форми практики майбутніх фахівців сфери телекомунікацій; Л. Карташова, О. Квятковська [50] – розроблення моделей змішаного формату підготовки майбутніх фахівців для сфери телекомунікацій; А. Коломієць [57, 58] – фундаменталізованих та теоретико-практичних основ математичної підготовки бакалаврів з електроніки та телекомунікаційних систем; А. Кононенко, І. Смирнова [62] – компаративістики застосування хмарних технологій у підготовці майбутніх фахівців сфери телекомунікацій в умовах змішаної форми освіти; С. Кравчук, І. Кравчук, В. Явіся [64] – систематизація архітектури підготовки фахівців телекомунікаційної галузі; О.Остапов, М.Чуб, І.Шевченко, К. Рисцова [83] – інтеграція технологічної та методичної компонент забезпечення викладання для телекомунікаційного профілю; Л.Сусліков, В.Дьордй [118] – телекомунікацій і радіотехніки; В. Татарчук [43] – організаційно-дидактичної специфіки графічної компетентності кадрів у сфері електроніки та телекомунікацій; професійної освіти галузі електроніки та телекомунікацій; впровадження цифрових технологій у ЗВО; Ю. Дещинський [27] – методичних засад підготовки кадрів для сфери зв'язку для технічного сервісу комп'ютерного обладнання; С.Мамрич [70] – ступеневої підготовки фахівців у освітньо-дослідницьких установах радіотехнічної спеціалізації; Я. Собко [114] – інтеграція знань фізичної електроніки у професійних закладах радіотехнічного спрямування.

Упровадження цифрових технологій в освітній процес професійної підготовки фахівців сфери телекомунікацій в ЗВО сприяє підвищенню якості вищої освіти, надаючи можливості для гнучкого, індивідуалізованого та адаптивного навчання фахівців, оскільки упровадження інноваційних технологій є критично

важливими для підготовки конкурентоздатних професіоналів, які поєднують професійну діяльність та навчання, містять інтерактивні елементи, такі як відео-лекції, симуляції, віртуальні лабораторії та форуми, що сприяє глибокому розумінню матеріалу та розвитку практичних навичок. Крім того, цифрові платформи дозволяють впроваджувати адаптивне навчання, де матеріали та завдання підбираються відповідно до рівня знань та потреб кожного здобувача освіти. Проте впровадження цифрових платформ стикається з викликами, такими як необхідність забезпечення високої якості контенту та підготовка викладачів до роботи з новими технологіями. Незважаючи на це, цифрові платформи значно розширюють доступ до освітніх ресурсів і сприяють розвитку індивідуалізованого навчання, що є ключовим для успішної підготовки фахівців у динамічній галузі телекомунікацій.

Значна плеяда дослідників вивчали вплив цифрових платформ на забезпечення якості освіти фахівців сфери телекомунікації, зокрема: В. Бредньова, Л. Кошарська, А. Levitskiy визначали роль цифрових технологій у системі вищої освіти, акцентуючи увагу на їх впливі на процеси навчання та управління в університетах [12]; І. Гевко, О. Невмержицька вивчали вплив інформаційно-комунікаційних технологій на організацію дистанційного навчання в ЗВО у контексті сучасних викликів [20]; Р. Гуревич, М. Кадемія, Н. Опушко, Т. Льницька, Г. Плахотнюк – роль цифрових технологій у навчанні на тлі цивілізаційних змін, акцентуючи увагу на нових методах і підходах у професійній освіті [23]; Л. Гриневич, Н. Морзе, В. Вембер, М. Бойко – у розвитку екосистеми STEM-освіти, звертаючи увагу на інтеграцію новітніх технологій в освітній процес [22]; С. Замрозович-Шадріна, О. Юденкова та С. Антошук – вплив цифровізації на вимоги до освіти та формування навичок, необхідних для професійної підготовки майбутніх фахівців [45]; А. Квятковська – організацію освітньої діяльності в умовах змішаного навчання для майбутніх фахівців з телекомунікацій [53]; О. Левчук та К. Левчук – роль інформаційних технологій у забезпеченні безперервності підготовки фахівців в кризових умовах цифрової стійкості [67]; А. Лобацький – підготовку фахівців у галузі цифрових технологій в умовах дуальної освіти,

звертаючи увагу на практичні аспекти цієї моделі навчання [68]; А. Мостова, І. Тараненко, Г. Щолокова – роль цифрових навичок фахівців у процесі цифровізації бізнесу і суспільної діяльності[78].

Сучасні цифрові трансформації у сфері вищої освіти та професійного середовища зумовлюють переосмислення змісту, організації та результатів професійної підготовки майбутніх фахівців, що актуалізує інтеграцію цифрових технологій і середовищ в освітній процес, розвиток цифрових компетентностей, трансформацію способів професійної комунікації та взаємодії, а також формування здатності майбутніх фахівців адаптуватися до динамічних технологічних змін і застосовувати цифрові рішення у професійній діяльності [136].

Здійснено дефінітивний аналіз базових понять цифровізації професійної підготовки майбутніх фахівців у вищій школі, зокрема понять «цифровізація», «цифрова трансформація», «цифрові технології», «оцифрування», «комунікація», «сфера телекомунікацій», «фахівець сфери телекомунікацій» та «професійна підготовка майбутніх фахівців у вищій школі» дає змогу визначити їх сутнісні характеристики, взаємозв'язки та методологічне значення для дослідження цифровізації професійної підготовки.

Етимологічно поняття «цифровізація» (з англ. – *digitalization*) походить від англійського слова «цифровий» (з англ. – *digital*), що має латинське коріння від «палець» (з лат. – *digitus*) і пов'язано з історичним прийомом використання пальців для лічби. На початковому етапі розвитку цифрових технологій поняття «цифровізація» (з англ. – *digitalization*) пов'язували переважно з технічним процесом перетворення аналогової інформації у цифровий формат, що забезпечувало можливість її автоматизованого зберігання, передавання, оброблення та використання в інформаційних системах [179].

У міжнародних довідкових виданнях англomовне поняття «цифровізація» (з англ. – *digitalization*) трактовано як: процес переходу до цифрової форми або використання цифрових технологій з метою зміни способів роботи, ведення бізнесу чи надання послуг [147]; перетворення інформації або процесів у

цифрову форму, придатну для оброблення комп'ютерними системами; упровадження цифрових технологій у різні сфери діяльності [183].

У сучасній науковій літературі утвердилося розмежування понять «оцифрування» (з англ. – digitization) та «цифровізація» (з англ. – digitalization). Відповідно до тлумачень, наведених в «Оксфордському словнику англійської мови» (з англ. – Oxford English Dictionary), поняття «оцифрування» (з англ. – digitization) пов'язане з процесом переведення інформації у цифрову форму, тоді як поняття «цифровізація» (з англ. – digitalization) характеризує процеси, пов'язані із застосуванням цифрових технологій.

Фундаментальні теоретичні передумови осмислення ролі знань та інформації у суспільному розвитку закладено австрійсько-американським економістом Ф. Махлупом у праці «Виробництво та розподіл знань у Сполучених Штатах» (з англ. – The Production and Distribution of Knowledge in the United States). Ученим уперше здійснено системний аналіз економічної ролі знань, обґрунтовано поняття «виробництво знань» (з англ. – knowledge production) та сформовано концепцію «індустрії знань» (з англ. – knowledge industry). Відповідно до запропонованого підходу, знання розглядаються не лише як результат інтелектуальної діяльності, а й як стратегічний економічний ресурс, створення, поширення та використання якого забезпечується функціонуванням сукупності суспільних сфер, зокрема освіти, науки, інформаційних послуг, засобів масової інформації та комунікаційних систем [181].

У контексті уточнення поняття «цифровізація» доцільно звернутися до наукових напрацювань американсько-австрійського ученого Пітера Ф. Друкера, який у науковій праці «Епоха розриву: орієнтири для нашого мінливого суспільства» (з англ. – The Age of Discontinuity: Guidelines to Our Changing Society) розвинув ідею переходу від індустріального суспільства до суспільства знань, у якому знання, інформація та інтелектуальні ресурси набувають статусу ключових чинників суспільного й економічного розвитку. У межах запропонованого підходу П. Ф. Друкер сформував уявлення про нового суб'єкта

професійної діяльності – «працівника знань» (з англ. – knowledge worker), для якого визначальними є здатність створювати, використовувати й трансформувати наукові, професійні та технологічні знання, необхідні для розв'язання практичних завдань у відповідній сфері діяльності [148].

Подальший розвиток наукових уявлень про роль знань, інформації та технологій у розвитку суспільства сформував передумови для розгляду цифровізації як закономірного етапу суспільної трансформації, пов'язаного з переходом від інформаційно орієнтованих моделей розвитку до систем, у яких цифрові технології стають основою організації економічних, соціальних, освітніх і професійних процесів.

Так, Д. Белл, М. Castells, Н. Negroponte та Д. Tapscott визначили зростаючу роль інформації, знань і технологій у розвитку суспільства, науки та інноваційної діяльності. Зокрема, Д. Белл пов'язував становлення постіндустріального суспільства із посиленням ролі теоретичних знань, науки та науково-технологічного потенціалу; М. Castells обґрунтував теорію мережевого суспільства, відповідно до якої інформаційні та комунікаційні технології формують нові принципи організації економічних, соціальних і культурних процесів [142]. Водночас, Н. Negroponte та Д. Tapscott сформували теоретичне бачення цифрового середовища як нового способу організації інформаційних процесів, що ґрунтується на переході від аналогових форм представлення інформації до цифрових моделей її створення, поширення та використання [187].

У дослідженнях Е. Brynjolfsson та А. McAfee цифровізацію трактовано крізь призму її впливу на економічний розвиток, продуктивність праці, інноваційну діяльність та трансформацію ринку праці. Автори доводять, що стрімке поширення цифрових технологій формує нову модель економіки, у якій ключовими ресурсами стають цифрові дані, знання та інтелектуальний капітал [141]. Подальший розвиток наукових уявлень про цифровізацію пов'язаний із дослідженнями С. Legner, Т. Hess, Р. Drews, Т. Böhmman та інших учених, які розглядають цифровізацію як комплексний процес інтеграції цифрових технологій у діяльність організацій. У праці «Цифровізація: можливості та

виклики для спільноти бізнес- та інформаційних систем» (з англ. – Digitalization: Opportunity and Challenge for the Business and Information Systems Engineering Community) автори обґрунтовують, що цифровізація не обмежується впровадженням окремих інформаційних технологій, а передбачає комплексну трансформацію бізнес-процесів, організаційних структур, управлінських механізмів і моделей взаємодії, що забезпечує створення нової цінності та підвищення ефективності діяльності організацій.

Подальшого розвитку наукове осмислення цифровізації набуло у дослідженнях G. Vial, зокрема у праці «Розуміння цифрової трансформації: огляд і дослідницький порядок денний» (з англ. – Understanding Digital Transformation: A Review and a Research Agenda) учений узагальнив сучасні підходи до цифрової трансформації та визначив її як процес, у якому використання цифрових технологій зумовлює якісні зміни в діяльності організацій, способах створення цінності, управлінні, професійній діяльності та взаємодії із зовнішнім середовищем. На думку дослідника, цифрові технології виступають не лише інструментом автоматизації, а й каталізатором системних організаційних змін. Отже, дефінітивний аналіз еволюції тезаурусу дослідження у зарубіжній науковій думці засвідчує, що трактування «цифровізації» трансформовано: від технічного процесу перетворення інформації у цифровий формат до багатоаспектного явища, що охоплює трансформацію моделей управління, комунікації, професійної діяльності та створення нової цінності.

У сучасних документах Організації економічного співробітництва та розвитку (з англ. – Organisation for Economic Co-operation and Development, OECD) розмежовано три взаємопов'язані поняття: «оцифрування» (з англ. – digitisation) – перетворення аналогових даних і процесів у формат, придатний для машинного зчитування; «цифровізація» (з англ. – digitalisation) – використання цифрових технологій і даних, що зумовлює зміну способів виконання професійних, управлінських та виробничих завдань, організації способів комунікації та обміну інформацією між її учасниками, а також процесів надання послуг; «цифрова трансформація» (з англ. – digital transformation) – ширший

процес, що охоплює економічні та суспільні наслідки оцифрування й цифровізації. Відповідно до положень документа, цифровізацію трактовано як процес застосування або розширення використання цифрових технологій на інституційному або державному рівнях, що зумовлює трансформацію наявних завдань та способів їх виконання [188].

Відповідно до глосарію Глобального звіту з моніторингу освіти Організації Об'єднаних Націй з питань освіти, науки і культури «Технології в освіті: інструмент на чийх умовах?» (з англ. – Global Education Monitoring Report 2023: Technology in Education: A Tool on Whose Terms?, UNESCO), поняття «цифровізація» (з англ. – digitalization) визначено як процес використання цифрових технологій та оцифрованих даних, тоді як «оцифрування» (з англ. – digitization) — перетворення фізичних об'єктів або їх характеристик у цифрове представлення [195].

У документах Міжнародного союзу електрозв'язку (з англ. – International Telecommunication Union, далі – ITU) поняття «цифровізація» виходить за межі простого переведення інформації у цифрове поле, оскільки передбачає цілеспрямоване використання цифрових технологій для оптимізації способів здійснення економічної, соціальної, управлінської та професійної діяльності, підвищення її ефективності та вдосконалення партнерської взаємодії між її учасниками, а «оцифрування» розглянуто як процес створення цифрового представлення інформації або записів [172]. Аналіз міжнародних документів засвідчує наявність спільного підходу до розуміння цифровізації як процесу впровадження та інтеграції цифрових технологій у різні сфери суспільної діяльності, що зумовлює трансформацію економічних, соціальних, освітніх і професійних процесів.

Вихідним нормативним орієнтиром у формуванні в Україні офіційного трактування поняття «цифровізація» стало схвалення Кабінетом Міністрів України «Концепції розвитку цифрової економіки та суспільства України на 2018–2020 роки» [101]. У документі «цифровізацію» визначено як «насичення фізичного світу електронно-цифровими пристроями, засобами, системами та

налагодження електронно-комунікаційного обміну між ними», що уможливорює інтегральну взаємодію віртуального та фізичного середовищ і створює кіберфізичний простір. Таке трактування репрезентує технологічно-інфраструктурний вимір цифровізації, що передбачає поширення електронно-цифрових засобів, розвиток цифрової взаємодії та інтеграцію фізичного й віртуального середовищ.

Подальше нормативне закріплення змісту цифровізації характеризується переходом від технологічно-інфраструктурного до людиноцентричного та компетентнісного виміру, представленого у «Концепції розвитку цифрових компетентностей», положення якої пов'язують цифровий розвиток із формуванням цифрових компетентностей та охоплюють не лише впровадження цифрових технологій, а й формування здатності до їх ефективного застосування та інтеграції в професійну й освітню діяльність [100].

Зокрема, у регламентованих положеннях «Стратегії розвитку вищої освіти в Україні на 2022–2032 роки» [103] цифровізацію вищої освіти представлено за технологічним, організаційним та змістовим аспектами: технологічний аспект передбачає розвиток цифрової інфраструктури та впровадження цифрових технологій в освітній процес; організаційний – удосконалення способів організації освітнього процесу із застосуванням цифрових технологій; змістовий – оновлення змісту освіти відповідно до сучасних технологічних і професійних вимог та розвиток цифрових компетентностей здобувачів вищої освіти і науково-педагогічних працівників.

Водночас у статті 1 Закону України «Про Національну програму інформатизації» цифровізацію визначено як «процес впровадження цифрових технологій у всі сфери суспільного життя» [98], вважаємо, що нормативне трактування розширює зміст поняття до рівня наскрізного суспільного процесу, що охоплює міжгалузеві та міждисциплінарні напрями – належне врядування, сферу освіти, науки й інноватики, сферу послуг, виробництво, наукову діяльність і суспільні комунікації. Отже, нормативне трактування «цифровізації» в Україні еволюціонує від технологічно-інфраструктурного до системно-

інтеграційного розуміння, що передбачає визначення цифрових технологій як засобу трансформації різних сфер діяльності, а цифрових компетентностей – як необхідної складової професійної діяльності в цифровому середовищі. Уточнено, що цифровізація є системним процесом інтеграції цифрових технологій у різні сфери суспільної діяльності, що зумовлює трансформацію способів організації, взаємодії та здійснення професійних, освітніх і комунікаційних процесів. Важливим методологічним компонентом цифровізації професійної підготовки майбутніх фахівців є *комунікаційний компонент*, зміст якого визначається трансформацією способів передавання, отримання та обміну інформацією в цифровому середовищі.

Відзначимо, що в сучасних умовах комунікація здійснюється із застосуванням цифрових технологій, електронних комунікаційних мереж і цифрових сервісів, що забезпечують оперативний обмін інформацією та взаємодію між учасниками професійної й освітньої діяльності. О. Кузьмінська та Н. Морзе розглядають цифрову комунікацію як складову цифрового освітнього середовища, що забезпечує взаємодію та співпрацю учасників освітнього процесу [77]; І. Ярема розкриває її як форму комунікаційної взаємодії, опосередкованої цифровими технологіями [137]; В. Копанєва характеризує трансформацію наукової комунікації під впливом цифрових технологій [63]; В. Варенко та В. Кушнар'єв розглядають цифрові комунікації як систему електронної взаємодії, що ґрунтується на використанні сучасних цифрових засобів [13].

Встановлено, що комунікація є процесом передавання, отримання та обміну інформацією між суб'єктами взаємодії, який в умовах цифрового середовища реалізується із застосуванням цифрових технологій, електронних комунікаційних мереж і цифрових сервісів. З'ясовано, що *сфера телекомунікацій* визначає професійне середовище майбутніх фахівців та конкретизує технологічний зміст їх професійної підготовки.

У сучасному нормативно-правовому полі України поняття «телекомунікація» нормативно пов'язане з поняттям «електронна комунікація».

Відповідно до Закону України «Про електронні комунікації», електронна комунікація (телекомунікація, електрозв'язок) – передавання та/або приймання інформації незалежно від її типу або виду у формі електромагнітних сигналів за допомогою технічних засобів електронних комунікацій [93].

Виокремлено галузеві аспекти розуміння сфери телекомунікацій:

- технологічний – сукупність технологій, телекомунікаційних мереж і технічних засобів передавання інформації [21; 6];
- функціональний – забезпечення передавання, приймання та обміну інформацією [93];
- сервісний – формування та надання електронних комунікаційних послуг [93];
- економіко-галузевий – складова цифрової економіки, представлену ринком телекомунікаційних послуг та відповідною інфраструктурою [74].

Отже, сферу телекомунікацій доцільно розглядати як технологічно, функціонально та організаційно інтегровану сферу професійної діяльності майбутніх фахівців, що охоплює електронні комунікаційні мережі, технології, технічні й програмні засоби, цифрові сервіси та відповідні види діяльності, спрямовані на забезпечення передавання, приймання, оброблення та обміну інформацією. Таке розуміння сфери телекомунікацій визначає технологічний зміст професійної підготовки майбутніх фахівців та сукупність професійних функцій, до виконання яких вони мають бути підготовлені.

У сучасних наукових дослідженнях *фахівця сфери телекомунікацій* трактовано як професійно підготовленого суб'єкта діяльності, який володіє сукупністю спеціальних знань, умінь, навичок і професійних компетентностей, необхідних для проєктування, експлуатації, адміністрування, моніторингу, діагностування, оптимізації та модернізації телекомунікаційних систем і електронних комунікаційних мереж, забезпечення якості, надійності та кібербезпеки передавання даних, а також застосування сучасних цифрових, мережевих і програмно-технологічних рішень.

У наукових напрацюваннях К. Діхнич професійну підготовку майбутніх

фахівців визначено як цілісний, неперервний, інтегративний та професійно зорієнтований освітній процес, результатом якого є готовність до професійної діяльності [32]. Підхід запропонований О. Лазарєвим пов'язаний зі формуванням професійно значущих компетентностей майбутніх фахівців відповідно до вимог професійної діяльності [66]; А. Квятковська наголошує на формуванні професійних компетентностей, необхідних для виконання професійних завдань у сфері телекомунікацій, в умовах змішаного навчання [52]; Л. Карташова конкретизує зміст професійної підготовки майбутніх фахівців з телекомунікацій через формування професійних компетентностей, виконання розрахунків інформаційно-комунікаційних мереж, телекомунікаційного обладнання та пристроїв, а також забезпечення вимог до якості й надійності телекомунікаційних систем [49]. У дослідженні Ю. Твердохлебової професійну підготовку майбутніх фахівців пов'язано не лише із засвоєнням професійних знань, а й із їх практичним застосуванням, формуванням здатності розв'язувати професійні завдання та готовності до використання сучасних технологій відповідно до вимог професійної діяльності [126].

Професійну підготовку майбутніх фахівців сфери телекомунікацій представлено як системно організований освітній процес, спрямований на формування професійної готовності до виконання завдань у сфері електронних комунікацій та радіотехніки, що передбачає організацію практичного навчання, опанування фахових дисциплін «Системи комутації та розподілу інформації», «Основи телебачення та радіомовлення», виконання курсового проектування з дисципліни «Радіoeлектронні системи» та підготовку кваліфікаційної роботи, а також реалізується через відповідні методи та методики, форми й алгоритми організації освітнього процесу.

Уточнено, що зміст професійної діяльності фахівців сфери телекомунікацій охоплює проектування, експлуатацію, моніторинг, оптимізацію та модернізацію телекомунікаційних систем і мереж, забезпечення якості, надійності та захищеності передавання даних, а також застосування сучасних цифрових технологій і мережевих рішень.

Уточнено функціональний зміст професійної діяльності фахівців сфери телекомунікацій як сукупність взаємопов'язаних професійних функцій і завдань, спрямованих на проєктування (розроблення структури, архітектури та технічних параметрів телекомунікаційних систем і мереж), експлуатацію (забезпечення функціонування, налаштування та технічного супроводу мережевого обладнання і програмних компонентів), моніторинг (систематичне спостереження та оцінювання технічного стану, параметрів і якості функціонування мереж), оптимізацію (удосконалення параметрів і режимів роботи для підвищення ефективності використання мережевих ресурсів), модернізацію (оновлення технічних засобів, програмного забезпечення та мережевої інфраструктури відповідно до сучасних технологічних вимог), забезпечення якості, надійності та захищеності передавання даних, а також використання сучасних цифрових технологій і технологічних рішень. Такий функціональний профіль узгоджується з положеннями Закону України «Про електронні комунікації» та сучасним розумінням професійної діяльності телекомунікаційного інженера, яка охоплює проєктування, налаштування, експлуатацію, моніторинг, технічне обслуговування та діагностування телекомунікаційних систем і обладнання, а також забезпечення їх продуктивності, безпеки та взаємодії з іншими мережевими компонентами [93].

Зокрема, у дослідженні А. Астраханцева конкретизовано технологічні та аналітичні завдання у сфері телекомунікацій, пов'язані з управлінням мобільними мережами, оцінюванням і підвищенням якості передавання даних, забезпеченням захищеності інформаційних потоків, а також застосуванням методів аналізу та оброблення мережевого трафіку [2].

Важливою складовою професійної діяльності фахівців сфери телекомунікацій є забезпечення надійності телекомунікаційного обладнання та мереж зв'язку, зокрема з урахуванням можливих відмов і програмних збоїв. Відповідні професійні завдання передбачають оцінювання показників надійності, виявлення потенційних відмов, аналіз впливу програмних збоїв на функціонування мережевого обладнання та розроблення заходів щодо

підвищення стійкості телекомунікаційних систем [128].

Окремим напрямом професійної діяльності є проєктування та оптимізація безпроводових телекомунікаційних мереж, що охоплюють визначення структури мережі, забезпечення її зв'язності, вибір і налаштування параметрів функціонування та використання сучасних технологій для підтримання стабільного обміну даними між мережевими вузлами. Такий зміст професійних завдань представлено у дослідженні І. Сушина, присвяченому забезпеченню зв'язності мобільних сенсорних мереж із використанням телекомунікаційних аероплатформ [119].

Застосування сучасних технологій радіодоступу та оптимізація параметрів безпроводових мереж зумовлюють виконання фахівцями завдань із планування та налаштування мережових параметрів, оцінювання характеристик радіосигналу, забезпечення необхідної якості приймання сигналу та підвищення ефективності функціонування мереж, що представлено у дослідженні В. Лавріненка [65].

Сучасний вимір цифровізації професійної діяльності фахівців сфери телекомунікацій доповнюється завданнями організації розподіленого зберігання даних, забезпечення доступу до хмарних ресурсів, налаштування взаємодії між розподіленими цифровими середовищами та забезпечення надійності й доступності інформаційних ресурсів, що розширює традиційний зміст професійної діяльності [48].

Проблематику застосування новітніх цифрових технологій у професійній діяльності фахівців сфери телекомунікацій, зокрема програмно-конфігурованих мереж (з англ. – Software-Defined Networking, SDN), технологій «нульової довіри» (з англ. – Zero Trust) та блокчейну (з англ. – Blockchain), для проєктування захищеної мережевої інфраструктури, контролю доступу, захисту інформаційного обміну та забезпечення безпечної взаємодії мережових компонентів розглянуто у дисертаційному дослідженні О. Підпалого [88.].

Сучасний технологічний зміст професійної діяльності охоплює застосування технологій мереж п'ятого покоління, зокрема адаптивне

планування радіоресурсів, керування повторними передаваннями та налаштування мережевих параметрів для підвищення якості голосових послуг (з англ. – Voice over New Radio, VoNR) у мережах 5G (з англ. – Fifth Generation), що зумовлює необхідність формування здатності фахівців ефективно управляти радіоресурсами, адаптувати параметри мережі та забезпечувати належну якість обслуговування [17].

Отже, професійна діяльність фахівців сфери телекомунікацій охоплює комплекс технічних, технологічних, аналітичних та організаційних завдань, виконання яких потребує інтеграції спеціальних знань, професійних умінь і цифрових компетентностей, здатності проєктувати, налаштовувати, експлуатувати, моніторити, діагностувати й оптимізувати телекомунікаційні системи та мережі, працювати з хмарними й розподіленими цифровими середовищами, застосовувати сучасні технології радіодоступу, здійснювати аналіз технічних параметрів і цифрових даних, забезпечувати якість, надійність та кібербезпеку передавання інформації, інтегрувати сучасні цифрові рішення та приймати обґрунтовані професійні рішення відповідно до динамічних технологічних змін у телекомунікаційній галузі.

Окремий напрям сучасних наукових досліджень становить проблема формування професійних, цифрових та інформаційно-аналітичних компетентностей майбутніх фахівців, необхідних для виконання технічних, технологічних і аналітичних завдань у сучасному цифровому мережевому середовищі. Зокрема, у дослідженні В. Татарчук обґрунтовано формування графічної компетентності майбутніх фахівців у галузі електроніки та телекомунікацій із використанням цифрових технологій, що пов'язано з необхідністю застосування цифрових засобів проєктування та візуалізації професійних об'єктів [124]. У дослідженні А. Квятковської розкрито особливості формування професійних компетентностей майбутніх фахівців з телекомунікацій у процесі професійної підготовки в умовах змішаного навчання та інтеграції цифрових технологій [52]. Професійна компетентність майбутніх фахівців у контексті забезпечення інформаційної безпеки досліджується В.

Магілевським, який акцентує увагу на підготовці до реалізації завдань інформаційної безпеки у сфері електроніки, метрології та радіотелекомунікацій із використанням сучасних інформаційно-технологічних засобів і цифрових інструментів [69]. Водночас А. Гафіяк розглядає формування професійної компетентності майбутніх фахівців з інформаційно-комунікаційних технологій як системний процес, спрямований на поєднання професійних знань, умінь і компетентностей відповідно до сучасних вимог ІТ-галузі [19].

Таким чином, цифровізація професійної діяльності фахівців сфери телекомунікацій зумовлює трансформацію змісту професійних компетентностей цифровою, програмно-технологічною, інформаційно-аналітичною та безпековою складовими, що виявляється у здатності використовувати цифрові засоби проєктування, моделювання й візуалізації, працювати з цифровими, хмарними та розподіленими середовищами, застосовувати засоби автоматизації та аналізу даних, забезпечувати інформаційну й кібербезпеку, а також адаптувати професійну діяльність до постійного оновлення телекомунікаційних технологій.

Узагальнення результатів сучасних досліджень засвідчує, що цифровізацію професійної підготовки майбутніх фахівців у системі вищої освіти потрактовано як системний процес трансформації взаємопов'язаних складових освітнього процесу на основі інтеграції цифрових технологій, ресурсів і засобів електронної комунікації відповідно до сучасних технологічних та професійних вимог [136].

У межах дослідження виокремлено цільовий, змістовий, компетентнісний, технологічний, організаційно-методичний, результативно-оцінювальний та ресурсно-інфраструктурний компоненти цифровізації професійної підготовки майбутніх фахівців у вищій школі, інтеграція яких визначає її спрямованість на формування готовності здобувачів вищої освіти до професійної діяльності в цифровому професійному середовищі.

Цільовий компонент цифровізації професійної підготовки майбутніх фахівців характеризує спрямованість освітнього процесу на формування готовності до професійної діяльності в цифровому середовищі, розвиток

інформаційно-цифрових компетентностей, узгодження цілей професійної підготовки із сучасними цифровими викликами та технологічними змінами професійної сфери, індивідуалізацію освітніх траєкторій, розвиток цифрової грамотності, адаптивності й критичного мислення, а також формування готовності до безперервного професійного розвитку та навчання впродовж життя [136].

Змістовий підхід цифровізації професійної підготовки майбутніх фахівців відображає трансформацію змісту професійної освіти відповідно до сучасних технологічних і професійних вимог та передбачає інтеграцію актуальних технологічних знань (цифрові мережі, технології 5G/6G, Інтернет речей, хмарні та розподілені технології, програмно-конфігуровані мережі, кібербезпека), цифрових інструментів (мережеві симулятори, програмні засоби моделювання, цифрові платформи, хмарні сервіси, засоби моніторингу та аналітики даних), способів професійної діяльності (проєктування, конфігурація, адміністрування, моніторинг, діагностування, оптимізація та модернізація телекомунікаційних систем і мереж) і практикоорієнтованих завдань (моделювання мережевих процесів, налаштування та тестування обладнання, аналіз параметрів мереж, виявлення й усунення несправностей, оцінювання якості та надійності передавання даних, розв'язання завдань із забезпечення кібербезпеки). Змістове наповнення компоненту містить не лише засвоєння теоретичних положень про цифрові технології, а й опанування сучасних способів їх професійного застосування, зокрема роботи з цифровими даними (збір, структурування, оброблення, візуалізація та інтерпретація даних про функціонування телекомунікаційних систем і мереж), програмними засобами (спеціалізоване програмне забезпечення для моделювання, конфігурації, тестування та діагностування мереж), хмарними сервісами (хмарне зберігання, оброблення та спільне використання даних і мережевих ресурсів), мережевими та інтелектуальними технологіями (програмно-конфігуровані мережі, технології 5G/6G, Інтернет речей, засоби штучного інтелекту та машинного навчання), засобами автоматизації (автоматизоване налаштування, моніторинг, керування

та оптимізація мережевих ресурсів і процесів) й цифрової аналітики (аналіз мережевого трафіку, технічних параметрів, показників якості та надійності функціонування телекомунікаційних систем).

Змістовий компонент, згідно дослідження учених Л. Карташової, А.Квятковської, І. Харченко, І. Шищенко, забезпечує узгодження змісту професійної підготовки із сучасними технологічними процесами та професійними функціями, спрямовуючи майбутніх фахівців на інтегроване застосування цифрових технологій, інструментів і даних у професійній діяльності [49; 136].

Компетентнісний компонент цифровізації професійної підготовки майбутніх фахівців визначає орієнтацію очікуваних результатів професійної освіти на формування інтегрованої здатності застосовувати професійні знання, уміння, цифрові інструменти та практичний досвід для ефективного розв'язання професійних завдань у цифровому середовищі.

У контексті сучасної педагогічної науки поняття «компетентність» розглянуто як інтегровану характеристику особистості, що забезпечує здатність результативно діяти на основі набутих знань, умінь, досвіду та особистісного ставлення до діяльності [11]; як здатність застосовувати знання, уміння та досвід для виконання практичних завдань [89]; як важливий орієнтир оновлення змісту освіти та забезпечення результативності освітнього процесу [81]; як результат опанування особистістю певної сфери діяльності, що виявляється у здатності ефективно застосовувати набуті знання, уміння та способи діяльності [110]; як інтегровану здатність особистості до професійної діяльності, що ґрунтується на системі знань, умінь, навичок, професійно значущих якостей та досвіді їх практичного застосування [133].

Узагальнення наведених підходів дає підстави розглядати компетентність як інтегровану характеристику особистості та результат професійної підготовки, що виявляється у здатності мобілізувати й ефективно застосовувати набуті знання, уміння, досвід, способи діяльності та професійно значущі якості для розв'язання практичних завдань у конкретному професійному контексті.

У структурі компетенційного компонента виокремлено групи компетентностей майбутніх фахівців сфери телекомунікацій, що сприяють цифровізації їх професійної підготовки:

- професійно-технічні компетентності – здатність до проектування, конфігурації, експлуатації, моніторингу, діагностування, оптимізації та модернізації телекомунікаційних систем і мереж мобільного, безпроводового, фіксованого та конвергентного зв'язку;

- цифрові компетентності – характеризують спроможність ефективно застосовувати цифрові платформи, спеціалізоване програмне забезпечення, мережеві симулятори, хмарні сервіси, а також цифрові засоби моніторингу, автоматизації та керування мережевими ресурсами;

- інформаційно-аналітичні компетентності – охоплюють уміння здійснювати збирання, оброблення, аналіз, візуалізацію та інтерпретацію цифрових і мережових даних, проводити моніторинг параметрів трафіку, пропускної здатності, затримки, втрат пакетів, рівня сигналу, навантаження та інших показників якості функціонування телекомунікаційних мереж;

- програмно-технологічні компетентності – передбачають володіння мовами програмування, програмними інтерфейсами (API), засобами автоматизованого конфігурування та програмно-конфігурованого управління мережами (SDN), а також уміння розробляти й налаштовувати програмні рішення для автоматизації мережових операцій і моніторингу телекомунікаційної інфраструктури;

- компетентності у сфері кібербезпеки – забезпечують спроможність ідентифікувати та оцінювати кіберзагрози, виявляти вразливості телекомунікаційної інфраструктури, застосовувати засоби мережевого захисту, контролювати доступ до інформаційних ресурсів та забезпечувати конфіденційність, цілісність і доступність даних;

- комунікаційні компетентності – характеризують готовність до професійної цифрової взаємодії, координації виконання професійних завдань у цифрових робочих середовищах, використання корпоративних платформ і

сервісів спільної діяльності, документування технічних рішень та результатів професійної діяльності, а також презентації технічної інформації в цифровому форматі;

– адаптивно-інноваційні компетентності – передбачають спроможність оперативно опановувати та інтегрувати нові цифрові технології й технологічні рішення, адаптувати професійні підходи до змін телекомунікаційної інфраструктури, здійснювати безперервне професійне навчання та оновлювати цифрові навички відповідно до технологічних тенденцій галузі.

Технологічний компонент цифровізації професійної підготовки майбутніх фахівців визначає систему цифрових технологій, інструментів і ресурсів, що забезпечують організацію та реалізацію освітнього процесу у вищій школі, моделювання професійної діяльності та набуття практичного досвіду роботи в цифровому професійному середовищі. До його складу належать цифрові освітні платформи; віртуальні та імітаційні середовища; професійні й мережеві симулятори; програмні емулятори телекомунікаційного обладнання; хмарні сервіси; системи дистанційного та змішаного навчання; цифрові лабораторії; засоби візуалізації, моделювання й моніторингу мережевих процесів; технології штучного інтелекту; засоби доповненої та віртуальної реальності; інструменти автоматизованого оцінювання та цифрового зворотного зв'язку [135].

Зміст технологічного компонента передбачає інтеграцію цифрових технологій у практикоорієнтовану професійну підготовку, зокрема використання симуляцій, віртуальних лабораторій, засобів цифрового моделювання та професійних програмних середовищ для відтворення реальних або наближених до реальних професійних ситуацій, виконання технологічних операцій, дослідження параметрів телекомунікаційних систем і мереж, аналізу результатів їх функціонування та прийняття обґрунтованих професійних рішень [90; 113].

Організаційно-методичний компонент - визначає організацію освітнього процесу та способи педагогічної інтеграції цифрових технологій, охоплюючи дистанційне, змішане та гібридне навчання; синхронні й асинхронні формати взаємодії; проєктне, проблемно-орієнтоване, кейсове, симуляційне та адаптивне

навчання; цифрові навчальні модулі й мікрокурси; персоналізовані освітні траєкторії; адаптивний цифровий контент; цифрові професійні середовища; навчання з підтримкою технологій штучного інтелекту; цифрові консультації та оперативний зворотний зв'язок; електронне портфоліо; цифрове оцінювання; застосування learning analytics для моніторингу динаміки освітніх результатів [56].

Результативно-оцінювальний компонент орієнтований на визначення результатів професійного розвитку, їх діагностування, оцінювання та систематичний моніторинг (результати професійної підготовки – рівень сформованості професійних, цифрових, інформаційно-аналітичних та інших компетентностей, готовність до розв'язання професійних завдань і застосування сучасних телекомунікаційних технологій; цифрове оцінювання – онлайн-тестування, електронне портфоліо, цифрові практичні завдання, автоматизоване оцінювання; оцінювання практичних результатів – виконання симуляційних завдань, моделювання телекомунікаційних мереж, діагностування несправностей, аналіз мережевих даних, проєктування та конфігурація цифрових рішень; навчальна аналітика – збирання, систематизація та аналіз цифрових даних про навчальну діяльність для виявлення прогресу, труднощів і визначення напрямів коригування підготовки; формувальне оцінювання – оперативний цифровий зворотний зв'язок, самооцінювання, взаємооцінювання та рефлексія; моніторинг професійної динаміки – систематичне відстеження змін у рівнях сформованості професійних і цифрових компетентностей упродовж навчання).

Сучасна специфіка компонента полягає у переході від переважно підсумкового контролю засвоєння знань до комплексного цифрового оцінювання професійних результатів, яке встановлює не лише рівень теоретичної підготовленості, а й здатність майбутнього фахівця до застосовування знань та цифрових інструментів в змодельованих професійних ситуаціях, вміння аналізувати технологічні дані, виконувати практичні операції та приймати обґрунтовані професійні рішення.

За результатами сучасних досліджень, цифровізація оцінювання передбачає

використання адаптивних тестів, цифрових практичних завдань, електронного портфоліо, симуляційного оцінювання, автоматизованого контролю та навчальної аналітики (з англ. - learning analytics), що розширює можливості індивідуалізації оцінювання й своєчасного коригування освітнього процесу [113].

Ресурсно-інфраструктурний компонент цифровізації професійної підготовки майбутніх фахівців визначає сукупність матеріально-технічних, програмних, інформаційних і мережевих ресурсів та інфраструктурних умов, необхідних для функціонування цифрового освітнього середовища ЗВО й забезпечення освітньої та професійно-практичної діяльності здобувачів. До його складу належать комп'ютерне та мережеве обладнання; телекомунікаційна інфраструктура; високошвидкісний доступ до Інтернету; серверні та хмарні ресурси; цифрові освітні платформи; спеціалізоване програмне забезпечення; мережеві симулятори й емулятори; віртуальні та цифрові лабораторії; електронні освітні ресурси; системи зберігання, оброблення та передавання даних; засоби інформаційної та кібербезпеки.

У дослідженнях Н. Павлової цифрове освітнє середовище інтерпретується як інтегрована система технологічних, інформаційних і комунікаційних ресурсів, що забезпечує доступ до цифрового контенту, організацію освітньої взаємодії, зокрема цифрової комунікації, спільної навчальної діяльності, онлайн-консультування, обміну ресурсами та результатами роботи, надання зворотного зв'язку, виконання практичних завдань і підтримку індивідуальної траєкторії освітньої діяльності. У цьому контексті ресурсне забезпечення професійної підготовки не обмежується традиційною матеріально-технічною базою, а охоплює інтегровані освітні платформи, хмарні сервіси, віртуальні та віддалені навчальні середовища, спеціалізоване програмне забезпечення, мережеві симулятори й емулятори, а також засоби віддаленого доступу до телекомунікаційного обладнання та електронних ресурсів [84].

Позиція М. Умрик полягає в тому, що сучасне цифрове освітнє середовище формується як інтегрована система цифрових технологій, сервісів, платформ,

освітнього контенту та засобів освітньої взаємодії, доповнена інструментами штучного інтелекту, що розширює можливості персоналізації та інтелектуальної підтримки освітнього процесу [131]. Для майбутніх фахівців сфери телекомунікацій ресурсно-інфраструктурний компонент охоплює технологічно наближену до професійної діяльності цифрову інфраструктуру, що включає маршрутизатори, комутатори, точки безпроводового доступу, серверне обладнання, засоби мережевого моніторингу, симулятори й емулятори, хмарні платформи, системи віртуалізації, програмно-конфігуровані мережі, засоби аналізу трафіку та мережевої безпеки. Сукупність зазначених ресурсів забезпечує створення умов для моделювання функціонування телекомунікаційних мереж, їх конфігурації та діагностування, аналізу мережевого трафіку й параметрів якості передавання даних, а також відпрацювання професійних рішень у безпечному цифровому середовищі.

Уточнено, що ресурсно-інфраструктурний компонент є матеріально-технологічною основою цифровізації професійної підготовки майбутніх фахівців сфери телекомунікацій, що створює умови для реалізації цифрового змісту, застосування сучасних освітніх технологій, формування професійних і цифрових компетентностей майбутніх фахівців та оцінювання практичних результатів їхньої підготовки, ефективність якого визначається не лише наявністю цифрових ресурсів, а й їх доступністю, інтегрованістю, масштабованістю, технологічною актуальністю, сумісністю та захищеністю.

Отже, цифровізація професійної підготовки майбутніх фахівців у вищій школі є системною трансформацією освітнього процесу, що охоплює взаємопов'язані цільовий, змістовий, компетентнісний, технологічний, організаційно-методичний, результативно-оцінювальний та ресурсно-інфраструктурний компоненти. Цільовий компонент визначає спрямованість підготовки на професійну діяльність у цифровому середовищі; змістовий – забезпечує оновлення професійного контенту відповідно до сучасних технологій і вимог галузі; компетентнісний – орієнтує результати підготовки на формування професійних, цифрових, інформаційно-аналітичних, програмно-технологічних,

кібербезпекових, комунікаційних та адаптивно-інноваційних компетентностей; технологічний – забезпечує використання цифрових інструментів, симуляцій, віртуальних лабораторій, хмарних сервісів, мережевих технологій і засобів штучного інтелекту; організаційно-методичний – визначає сучасні форми, методи та способи організації цифрового навчання; результативно-оцінювальний – забезпечує цифрову діагностику, моніторинг та оцінювання результатів професійної підготовки; ресурсно-інфраструктурний – формує матеріально-технологічну основу для реалізації професійної підготовки в умовах цифровізації.

Таким чином, системна реалізація виокремлених компонентів забезпечує цілісність і функціональну узгодженість цифровізації професійної підготовки майбутніх фахівців, її відповідність сучасним технологічним і професійним вимогам телекомунікаційної галузі та спрямованість на формування готовності до професійної діяльності в цифровому середовищі. Результатом такої трансформації є сформованість здатності майбутніх фахівців інтегрувати професійні знання, цифрові інструменти та практичний досвід для розв’язання складних професійних завдань, обґрунтованого прийняття технологічних рішень, освоєння й застосування інноваційних цифрових технологій, адаптації до технологічних змін та здійснення безперервного професійного розвитку в умовах динамічної трансформації телекомунікаційного середовища. Отже, цифровізація професійної підготовки постає як цілісна системна трансформація освітнього процесу, спрямована на забезпечення його технологічної актуальності, практикоорієнтованості та результативності відповідно до перспектив розвитку телекомунікаційної галузі.

1.2. Формально-логічний аналіз правового та технічного регулювання цифровізації для професійної підготовки майбутніх фахівців у ЗВО

Сучасний етап розвитку суспільства характеризується інтенсивністю впровадження цифрових технологій, що пронизують усі сфери життєдіяльності

людини, зокрема в професійній освіті та підготовці фахівців. Цифровізація, як глобальний тренд, спонукає до трансформації традиційних підходів до навчання, розкриває можливості забезпечення якості освіти та адаптації майбутніх фахівців до середовищ професійної зайнятості. Особливо це актуально для сфери телекомунікацій, яка є однією з найдинамічніших галузей економіки, що постійно потребує залучення висококваліфікованих кадрів, здатних ефективно використовувати інноваційні технології у середовищах професійної зайнятості. Впровадження засобів цифровізації в професійну підготовку майбутніх фахівців телекомунікаційної чи інформаційно-телекомунікаційних сфери, є не лише викликом часу, але й необхідністю, обумовленою зростанням конкуренції на ринку праці, швидким моральним старінням знань та необхідністю постійного оновлення технічних засобів. Цифрові технології дають змогу оптимізувати освітній процес, забезпечують доступ до актуальних наукових знань, інтерактивних методів навчання та прийомів симуляції реальних умов роботи, що є важливим для формування практичних навичок майбутніх фахівців.

Технічне регулювання цифровізації передбачає розробку та впровадження стандартів, які забезпечують сумісність і ефективність використання цифрових технологій у освітньому процесі, що включає технічні вимоги до програмного забезпечення, інформаційно-телекомунікаційних платформ для дистанційного навчання, інтерактивних тренажерів і прийомів симуляцій.

Стандарти IEEE (з англ. –Institute of Electrical and Electronics Engineers – Інститут інженерів з електротехніки та електроніки) та ISO (з англ. – International Organization for Standardization – Міжнародна організація зі стандартизації) є основою для розробки навчальних платформ, які використовуються як у навчанні, так і у сфері телекомунікацій майбутньої зайнятості; забезпечують високу якість візуалізації навчальних матеріалів, інтеграцію засобів віртуальної та доповненої реальності, а також сумісність із системами управління навчанням LMS (з англ. – Learning Management System – система управління навчанням). Інтеграція цифрових інструментів з професійною підготовкою майбутніх фахівців

телекомунікацій дозволяє значно підвищити якість освіти завдяки використанню онлайн-платформ, інтерактивних кейсів і симуляційних тренінгів.

Застосування платформ на зразок Moodle або Microsoft Teams забезпечує доступ до сучасних освітніх ресурсів у будь-який час і з будь-якого місця запиту, що сприяє організації гнучкості освітнього процесу. Інтерактивні симуляції дозволяють здобувачам освіти моделювати реальні професійні ситуації, розвивати практичні навички та приймати обґрунтовані рішення у невизначених умовах, що особливо важливо у сфері телекомунікацій, де технології постійно змінюються, а компетенції фахівців повинні відповідати сучасним викликам соціальної турбулентності.

У таблиці 1.1 продемонстровано як українські університети інтегрують сучасні платформи для забезпечення підвищення якості та доступності освіти, адаптуючись до сучасних викликів та потреб усіх учасників освітнього процесу. Розвиток цифрових компетентностей майбутніх фахівців у сфері телекомунікацій базується на міждисциплінарному підході, який охоплює технічні, управлінські, правові та соціальні аспекти. Застосування практичних методів організації навчання, таких як кейс-стаді, рольові ігри, менторинг і рефлексія, дозволяє студентам не лише отримувати теоретичні знання, а й інтегрувати їх згідно професійного призначення. Крім того, сучасні цифрові технології, такі як штучний інтелект, бази інформаційних даних та сервіси хмарних обчислень, відкривають нові можливості для персоналізації навчання та адаптації освітнього процесу до індивідуальних потреб здобувачів освіти.

Правове та технічне регулювання цифровізації для професійної підготовки майбутніх фахівців сфери телекомунікацій, також передбачає врахування питань захисту персональних даних і формування інформаційної безпеки як систем освіти, так і професійної зайнятості. Використання цифрових платформ передбачає обробку великого обсягу даних, включаючи персональну інформацію усіх учасників освітнього процесу та стейкхолдерів. Для запобігання можливим ризикам необхідно розробляти та впроваджувати політику конфіденційності,

використовувати сучасні методи шифрування та забезпечувати регулярний аудит інформаційної безпеки систем.

Таблиця 1.1

Приклади використання платформ Moodle, GoogleClassroom та MicrosoftTeams у вітчизняних університетах

Університет	Платформа	Приклад використання
Київський національний університет будівництва і архітектури (КНУБА) [54]	Moodle [186]	Організація дистанційного навчання, створення онлайн-курсів та забезпечення зворотнього зв'язку зі здобувачами освіти
Університет Григорія Сковороди в Переяславі [132]	Moodle [186]	Інтеграція інноваційних форм навчання та сучасних технологій в освітній процес
Український державний університет імені Михайла Драгоманова [130]	Moodle[186]	Використання для проведення лекцій, тестування та оцінювання здобувачів освіти
Університет «КРОК» [129]	Moodle [186] Microsoft 365 [184]	Створення електронних курсів, підтримка самостійного навчання та електронного документообігу
Таврійський національний університет імені В. І. Вернадського [120]	Google Classroom [160]	Забезпечення гнучкого доступу до навчальних матеріалів, дистанційне навчання
Сумський державний університет [117]	Microsoft Teams [185]	Використання для онлайн-навчання, інтерактивної взаємодії між викладачами та студентами
Київський національний університет імені Тараса Шевченка (КНУ) [55]	Microsoft Teams[3] Google Classroom[115]	Організація дистанційного навчання, доступ до матеріалів та комунікація між учасниками освітнього процесу
Тернопільський національний педагогічний університет імені В. Гнатюка (ТНПУ) [127]	Moodle[186], Zoom [198], Google Meet [161], BigBlueButton [140]	Використання системи дистанційної організації освітнього процесу LCM Moodle, а також платформ Zoom, Google Meet та BigBlueButton для проведення онлайн-лекцій, практичних та лабораторних занять

Важливим є також навчання основам інформаційної безпеки, що є невід'ємною частиною їх професійної підготовки. Таким чином, правове та технічне регулювання цифровізації для професійної підготовки майбутніх фахівців у сфері телекомунікацій є багатовимірним процесом який вимагає інтеграції

законодавчих норм, технічних стандартів і сучасних технологій, що забезпечує не лише відповідність освітніх програм сучасним вимогам, а й забезпечує формування компетентних фахівців, здатних ефективно працювати у цифровому середовищі як професійної, так і соціальної зайнятості.

Правове регулювання цифровізації професійної підготовки майбутніх фахівців сфери телекомунікацій в Україні здійснюється через низку законодавчих актів та нормативно-правових документів. Основним законодавчим актом, що регулює діяльність у сфері електронних комунікацій є Закон України «Про електронні комунікації» [93] (далі – Закон) і регламентує впровадження засобів цифровізації у професійну підготовку майбутніх фахівців у цій галузі, а саме:

1) визначає основні принципи функціонування електронних комунікаційних мереж, встановлює технічні вимоги до обладнання, мереж та послуг, що стимулює заклади освіти до впровадження у програми підготовки фахівців сучасних стандартів, зокрема щодо цифрових технологій, протоколів передачі даних, інформаційної безпеки та управління електронними комунікаційними системами;

2) закріплено необхідність розбудови сучасної електронної комунікаційної інфраструктури, для цифровізації як освітнього процесу підготовки, так і майбутніх середовищ працевлаштування; доступ до високошвидкісного інтернету, інформаційно-телекомунікаційних та хмарних сервісів дозволяє створювати інноваційні освітні середовища, такі як онлайн-платформи, віртуальні творчі лабораторії та дистанційні програми підготовки майбутніх фахівців;

3) сприяє впровадженню новітніх електронних комунікаційних технологій у професійну підготовку, таких як 5G, IoT (інтернет речей), хмарні обчислення та програми штучного інтелекту, що дозволяє студентам здобувати актуальні знання та навички, необхідні для роботи у високотехнологічному середовищі цифровізації;

4) регулює відносини між операторами, провайдерами електронних комунікаційних послуг та іншими суб'єктами ринку, що створює можливості для партнерства між закладами освіти та установами сфери електронних комунікацій, завдяки чому здобувачі освіти мають доступ до практичного навчання, стажувань і професійних проєктів, що сприяє формуванню професійних компетентностей;

5) закріплено вимоги до захисту електронних комунікаційних мереж і послуг, що стимулює заклади освіти включати в освітні програми курси з інформаційної безпеки; майбутні фахівці вивчають методи захисту даних, управління ризиками та забезпечення безперебійного функціонування електронних комунікаційних систем;

6) завдяки розвитку електронних комунікаційних послуг, передбачених Законом, заклади освіти уможливають впровадження змішаної, мобільної, мережевої, візуальної форм навчання, що передбачає організацію відеоконференцій, вебінарів, інтерактивних платформ і мобільних додатків і забезпечує доступність освіти для здобувачів незалежно від їх місця перебування;

7) передбачає право на доступ до сучасних інформаційних ресурсів через електронні комунікаційні мережі, що забезпечує розбудову систем електронних бібліотек, навчальних платформ і банків інформаційних даних та співпрацю зі стейкхолдерами у модернізації професійної підготовки майбутніх фахівців;

8) сприяє інтеграції України у світовий е-комунікаційний простір шляхом гармонізації національного законодавства до міжнародних аналогів, дозволяє закладам освіти впроваджувати сучасні освітні програми та наукові проекти, що відповідають вимогам глобалізації цифрового простору, і забезпечує конкурентоспроможність фахівців сфери телекомунікацій на міжнародному ринку праці.

Закон України «Про електронні комунікації» [116] створює правові, технічні та інфраструктурні передумови для впровадження цифрових технологій у професійну підготовку фахівців для забезпечення сфери телекомунікацій, зокрема електронних комунікацій; забезпечує розвиток сучасної освітньої інфраструктури, сприяє інтеграції інноваційних технологій у освітніх і наукових програмах і проектах, підтримує співпрацю зі стейкхолдерами та стимулює формування у здобувачів цифрових компетентностей, необхідних для роботи в умовах цифрової трансформації суспільної діяльності.

На впровадження засобів цифровізації у професійну підготовку фахівців не лише сфери телекомунікацій впливає правове регулювання Закону України «Про освіту» [99] у контекстах:

1) визнання освіти як сфери, що має відповідати сучасним технологічним тенденціям, що зобов'язує заклади освіти впроваджувати цифрові засоби, зокрема платформи для дистанційного навчання, стимуляційні, інтерактивні, інноваційні, інформаційні системи адміністрування освітнім процесом тощо, які є важливими освітні технології для підготовки фахівців;

2) розвитку цифрових компетентностей як одного із ключових компонентів професійної компетентності, що регулює впровадження портативних програм навчання з індивідуальними траєкторіями для здобувачів освіти, орієнтовані на використання сучасних ІКТ, забезпеченням захисту кіберризиків, співпрацю з інформаційними банками даних, організацію систем мережевого адміністрування для формування цифрових навичок у здобувачів;

3) регулювання організації змішаного навчання, професійної підготовки фахівців сфери телекомунікацій, в якій значна частина знань і навичок здобувається завдяки роботі в віртуальних інформаційних лабораторіях, опановується завдяки онлайн-курсам, відеоконференціям та цифровим засобам навчання;

4) надання закладам освіти автономії у виборі методів і засобів навчання, що дозволяє освітнім установам впроваджувати інноваційні технології, хмарні сервіси, симуляційні інформаційні системи навчання для тестування мережевих рішень, інструменти для вивчення IoT та інші інформаційно-телекомунікаційні платформи;

5) сприяння гармонізації української освітньої системи до міжнародних стандартів, її імплементації у Європейський простір освіти, таких як Європейська рамка цифрових компетентностей (DigComp) [42], що забезпечує інтеграцію сучасних телекомунікаційних систем у освітні програми підготовки майбутніх фахівців відповідно до сучасних тенденцій соціального замовлення;

6) стимулювання закладів освіти до інвестування щодо створення цифрової інфраструктури (комп'ютеризованих класів, спеціалізованих лабораторій,

креаційних студій для роботи з телекомунікаційним обладнанням, забезпечення доступу до високошвидкісного інтернету тощо);

7) сприяння між інституційній співпраці між закладами освіти, державними установами та приватними організаціями у сфері телекомунікацій, що реалізує можливості застосування новітніх освітніх технологій завдяки створенню спільних освітніх програм, наукових і соціальних проєктів або надання здобувачам доступу до спеціалізованого обладнання на виробництві чи в держустановах; створює правові, організаційні та інституційні умови для впровадження цифрових технологій у професійну підготовку фахівців у сфері телекомунікацій, забезпечує їх відповідність сучасним вимогам ринку праці.

Закон України «Про вищу освіту» [91] є одним із ключових нормативно-правових актів, який визначає засади функціонування системи вищої освіти в Україні, суттєво впливає на впровадження сучасних цифрових засобів у професійну підготовки фахівців у сфері телекомунікацій шляхом: 1) реалізації необхідності впровадження інноваційних технологій у освітній процес, що для сфери телекомунікацій означає використання сучасних цифрових платформ, програмного забезпечення для моделювання стану і розвитку телекомунікаційних систем, хмарних сервісів, а також міждисциплінарну та міжгалузеву інтеграцію навчальних дисциплін згідно потреб цифрової економіки за видами діяльності; 2) надання університетам права самостійного визначення змісту освітніх програм, обрання засобів навчання та технологій, що дозволяє ЗВО реалізовувати інноваційні підходи в підготовці фахівців, із використанням віртуальних, стимуляційних програм практичного навчання дистанційної організації та інших цифрових засобів телекомунікаційної сфери призначення; 3) формування у здобувачів освіти ключових компетентностей, цифрової грамотності фахівців сфери телекомунікацій, що передбачає опанування знань та вмінь застосування сучасних технологій телекомунікацій; 4) використання дистанційних форм навчання, що є важливим для цифровізації освітнього процесу. У сфері телекомунікацій, це дозволяє студентам отримувати доступ до спеціалізованих курсів, брати участь у вебінарах, використовувати навчальні симулятори та працювати з

телекомунікаційним обладнанням через віддалений доступ; 5) сприяння гармонізації освітніх програм з міжнародними стандартами, такими як Міжнародний союз електрозв'язку [76], та інші уповноважені інституції у стандартизації ITU (з англ. – International Telecommunication Union – міжнародна спілка електрозв'язку) сфери телекомунікацій, що забезпечує впровадження у освітній процес сучасних підходів модернізації підготовки фахівців, орієнтованих на відповідність глобальним викликам та потреби ринку праці; 6) стимулювання партнерства закладів освіти, державою та бізнес структурами, у сфері телекомунікацій, що відкриває перспективи інтеграції в освітньому процесі передових технологічних рішень від провідних телекомунікаційних компаній, проведення спільних наукових досліджень, стажування на першому робочому місці та участі здобувачів у проєкційній діяльності; 7) державна підтримка та залучення інвестицій для розвитку цифрової мережі в ЗВО, що передбачає створення проблемних і навчально-науково-виробничих лабораторій та студій, оснащення обладнанням закладів освіти інформаційно-телекомунікаційними засобами гарантування доступності до інтернету та цифрових освітніх ресурсів; 8) здійснення науково-дослідних та науково-технічних робіт у ЗВО. Для сфери телекомунікацій це сприяє кадровому забезпеченню, розробці інноваційних технологій, їх апробації та співпраці щодо інтеграції впровадження в освітній процес, забезпечуює відповідність підготовки кадрів, здатних вирішувати складні технологічні завдання комунікацій; 9) регулярне оновлення змісту та матеріально-технічного забезпечення освітніх програм відповідно до сучасних вимог сфери телекомунікацій, що передбачає впровадження курсів з новітніх технологій, таких як програмування мережевих пристроїв, віртуалізації, хмарних обчислень та інших; 10) сприяння участі учасників освітнього процесу у програмах міжнародної мобільності, що дозволяє забезпечити доступ до передових корисних практик інших країн, досвіду розбудови щодо сфери телекомунікацій для впровадження його в Україні; забезпечує не тільки правову основу для впровадження засобів цифровізації у професійну підготовку фахівців у сфері телекомунікацій, а й сприяє модернізації освітнього процесу, інтеграції інноваційних технологій, розвитку

цифрових компетентностей здобувачів освіти і розвитку їх інших учасників освітнього процесу, а також адаптації освіти до сучасних викликів цифрової економіки та глобального ринку праці.

Створює правові засади для надання електронних довірчих послуг та врегулювання електронної ідентифікації в різних сферах, зокрема в освітньому процесі так само має вагомий вплив на процес цифровізації у сфері телекомунікацій, оскільки він професійної підготовки фахівців Закон України «Про електронні довірчі послуги» [92]; зокрема нормативно-правовий акт регулює застосування електронних підписів, сертифікатів, електронних печаток та інших довірчих послуг, що є важливими засобами безпеки, автентичності та юридичної правочинності електронних документів, також у сфері освіти, науки й інноватики. Закон освітнього процесу сучасними ІКТ для автоматизації документообігу, організації роботи інформаційно-телекомунікаційних систем. Забезпеченню швидкого доступу до цифрових навчальних матеріалів, а також спростити процес реєстрації, автентифікації та співпраці здобувачів освіти при роботі з освітніми платформами забезпечення навчання. Використання електронних підписів і довірчих послуг дозволяє забезпечити юридичну значущість електронних документів, що є необхідним для адміністрування ЗВО професійної підготовки фахівців.

Окрім зазначеного, даний Закон сприяє формуванню у здобувачів навичок роботи з надання електронних довірчих послуг, зокрема, опанування знань щодо принципів функціонування електронних підписів, систем шифрування, управління цифровими сертифікатами та іншими інструментами, що є необхідними при роботі з цифровими технологіями в телекомунікаційних мережах, що сприяє отриманню практичних навичок здобувачів, які підвищують їх конкурентоздатність на в майбутній професійній діяльності.

Варто вказати, що вищезазначений закон визначає регулювання стандартів забезпечення надійності електронних довірчих послуг, таких як електронні печатки та часові мітки щодо гарантій безпеки та конфіденційності інформації, що дозволяє створювати безпечне освітнє середовище, де здобувачі користуються

інформаційно-елекомунікаційними платформами, для виконання фахових завдань та беруть участь у проектах цифровізації у партнерстві з майбутніми працедавцями. Закон створює правові основи для застосування електронних довірчих послуг, зокрема у процесах ідентифікації усіх учасників освітнього процесу, а також забезпечення конфіденційності персональних даних користувачів, їх документів, що сприяє розбудові цифрових платформ та якості організації освітнього процесу, зокрема проведення лекцій, семінарів, практичних занять та оцінювання релевантності навчальних досягнень майбутніх фахівців.

Важливим вбачається те, що Закон України «Про електронні довірчі послуги» [92] сприяє гармонізації з європейських стандартів, зокрема Регламенту Європейського Парламенту і Ради (з англ. – eIDAS – electronic IDentification, Authentication and trust Services) [108], що сприяє інтеграції діяльності національних ЗВО у європейський освітній простір, що спрощує обмін досвідом, визнання кваліфікацій та участь учасників освітнього процесу у міжнародних програмах та розвитку інформаційних реєстрів; сприяє цифровізації професійної підготовки фахівців у сфері телекомунікацій, забезпечує відповідний рівень безпеки, ефективності та інтеграції з міжнародними стандартами.

Проаналізовано Постанову Кабінету Міністрів України (далі – КМУ) від 18 вересня 2019 року № 856 «Питання Міністерства цифрової трансформації» [87], визначено повноваження відомчого регулювання питань цифровізації, та реалізації державної політики з врахуванням модернізації освітнього сектору.

Приналежно, Стратегічний напрям розвитку цифрових технологій в Україні визначено в Розпорядженні КМУ від 17 листопада 2021 року № 1467-р «Про схвалення Стратегії здійснення цифрового розвитку, цифрових трансформацій і цифровізації до 2025 року» [102]. Дані документи окреслюють пріоритети цифрової трансформації в різних сферах, зокрема у професійній підготовці фахівців, що передбачає впровадження новітніх цифрових технологій у освітній процес для забезпечення високої якості освіти.

Актуалізує важливість захисту персональних даних Закон України «Про захист персональних даних» [97], що забезпечує правові засади безпеки

інформаційних систем забезпечення освітнього процесу, регулює рівень захисту персональних даних під час використання електронних освітніх ресурсів.

Постанова КМУ «Про затвердження Положення про дистанційне навчання» [95] визначає порядок організації та впровадження дистанційного навчання, для забезпечення реалізації засад цифровізації освітнього процесу підготовки. Дистанційне навчання сприяє забезпеченню доступу до освіти для здобувачів у будь-який час і з будь-якої дислокації, що особливо актуально в умовах соціальної турбулентності глобального виміру.

Наказ Міністерства освіти і науки України «Про затвердження Положення про електронний освітній ресурс» [96] встановлює вимоги до створення та використання електронних освітніх ресурсів, забезпечення доступу до сучасних навчальних матеріалів та цифрових засбів навчання, що дозволяє створювати інтерактивні курси, що відповідають високим стандартам якості та забезпечують ефективність підготовки фахівців.

Таким чином, впровадження цифрових технологій у професійну підготовку фахівців у сфері телекомунікацій є результатом злагодженої роботи щодо регулювання законодавчих актів і нормативно-правових та технічних регламентів, що визначають та забезпечують ефективність стратегій розвитку політики інформатизації суспільної діяльності; забезпечують правову основу інтеграції цифрових засобів в освітньому процесі, сприяють покращенню якості професійної підготовки майбутніх фахівців, здатних відповідати вимогам цифрової організації професійних середовищ.

Упровадження засобів цифровізації у професійну підготовку фахівців сфери телекомунікацій в Україні є важливим поступом інтеграції до глобального цифрового простору суспільної діяльності та забезпечення якості освіти, що відповідає соціальному замовленню на майбутніх фахівців сфери телекомунікацій в умовах інтенсифікації технологічного прогресу. Завдяки законодавчим ініціативам Закону України «Про електронні комунікації» [116], «Про захист персональних даних» [24], «Про електронну ідентифікацію та електронні довірчі послуги» [94], а також постановам КМУ, створено правові засади для цифровізації

видів економічної діяльності та підготовку кадрів для їх забезпечення, зокрема освітнього процесу, щодо інтеграції цифрових технологій у освітні програми та зотримання безпеки, доступності і ефективності надання освітніх послуг.

Цифровізація в освітньому процесі сприяє не лише підвищенню рівня сформованості компетентностей здобувачів освіти для сфери телекомунікацій, але й формуванню у них необхідних цифрових навичок, таких як робота з електронними базами даних, освітніми ресурсами, інформаційними системами, також шифрування, управління справочинством та іншими цифровими засобами, що сприяє ефективній діяльності в умовах технологізації прогресу суспільного розвитку. Водночас, розвиток дистанційного навчання, який став можливим завдяки законодавчим ініціативам, дозволяє забезпечити доступ до якісної освіти для здобувачів освіти з різних регіонів країни та за її межами, а також інтегрувати національну освіту до міжнародного освітнього й наукового простору, зі спрощенням визнання кваліфікацій та встановлення відповідності. Застосування електронних довірчих послуг, зокрема електронних підписів та сертифікатів, є важливим елементом цифровізації освітнього процесу, оскільки це дозволяє забезпечити юридичну значущість електронних документів, автоматизувати документообіг та створити безпечне середовище для взаємодії між студентами, викладачами та роботодавцями. Завдяки цьому, освітні установи можуть оперативно реагувати на вимоги ринку праці, сприяючи навичкам студентів, які відповідають потребам сучасної телекомунікаційної індустрії. Інтеграція сучасних цифрових технологій у професійну підготовку фахівців у сфері телекомунікацій також підвищує конкурентоспроможність українських випускників на міжнародному ринку праці. Вони здобувають не лише теоретичні знання, але й практичні навички роботи з інноваційними технологіями навчання, що забезпечує базис для розвитку телекомунікаційних мереж, інформаційної безпеки та цифрової ідентифікації і профілювання траєкторії навчання. Україна здатна забезпечити потреби високотехнологічних галузей у кваліфікованих кадрах, що є необхідним для розвитку національної економіки та інтеграції в глобальний цифровий ринок професійної зайнятості. Впровадження засобів цифровізації в професійну

підготовку фахівців сфери телекомунікацій є стратегічно важливим для розвитку технологічної освіти в Україні, підвищення її конкурентоспроможності на міжнародному рівні та забезпечення якісної підготовки кадрів, які відповідають вимогам цифрових компетентностей, що сприяє розвитку освітніх технологій і покращенню економічного потенціалу країни в умовах глобалізації цифрової трансформації.

Проаналізовано правове регулювання цифровізації професійної підготовки майбутніх фахівців у США та Європі, що відображає глобальні тенденції розвитку цифрових освітніх технологій. Встановлено, що у США і Європі створено відповідні нормативно-правові акти, які забезпечують правовий базис для інтеграції цифровізації освітнього процесу підготовки фахівців, зокрема в сферах – телекомунікації, розбудови інформаційно технологічних мереж та інженерного менеджменту. Правове регулювання цифровізації освіти у США базується на ряді федеральних та державних актів, серед яких важливе місце займають закони та ініціативи, що стосуються захисту даних, доступу до цифрових ресурсів та розвитку інфраструктури онлайн-освіти. Одним із основних документів у США є Закон «Про захист конфіденційності студентів» – Закон про сімейні освітні права та конфіденційність) (з англ. – Family Educational Rights and Privacy Act (далі – FERPA)) [156], який убезпечує доступ до студентських даних та надає гарантії правового захисту їх захист в умовах цифровізації інституційної політики. Важливими є положення Закону «Про електронну комерцію» та Закону «Про інтернет-безпеку», якими врегульовано процедури захисту даних в онлайн-середовищі, що є необхідним для безпечного використання освітніх платформ. Окрім того, у США активно розвивається концепція «цифрових навичок», яка визначає вимоги до навчальних програм з акцентом на підготовку фахівців, здатних працювати з новітніми технологіями [189].

У ЄС правове регулювання цифровізації сфери освіти, науки й інноватики здійснюється завдяки директивам і регламентам, що забезпечують правочинність впровадження цифрових технологій в організацію освітнього процесу. Так, одним із ключових документів є Стратегія цифрової освіти ЄС, яка визначає напрямки для

розвитку цифрових компетентностей у закладах освіти, а також Регламент eIDAS [30], що врегульовує використання електронних апостилів у довірчих послуг в ЄС та відіграє особливу роль у забезпеченні питань конфіденційності в умовах цифровізації освітнього процесу. Директива «Про авторське право в цифровому єдиному ринку» також сприяє забезпеченню правових аспектів захисту інтелектуальної власності академічних надбань проти використанні цифрових ресурсів у сфері освіти в країнах ЄС.

Окрім зазначеного, варто наголосити, що ЄС активно підтримує розвиток програм для підготовки фахівців для сфери інформаційних технологій та телекомунікацій через програми Erasmus+ [153] та HorizonEurope [163], які забезпечують академічну та соціальну мобільність усіх учасників освітнього процесу, зокрема здобувачів освіти та викладачів, а також сприяють обміну сучасними науковими знаннями та технологіями між країнами-партнерами Європейського простору освіти і науки.

Таким чином, у США та Європі правочинство цифровізації освіти, у сфері науки й інноватики зосереджено на забезпеченні умов для безпеки, якісного та доступного використання цифрових технологій у неперервній професійній підготовці майбутніх фахівців, що передбачає захист персональних даних, забезпечення доступу до цифрових освітніх ресурсів, формування та професійний розвиток цифрової професійної компетентності при впровадженні інноваційних технологій і методик у освітні програми підготовки кадрів.

Таким чином, розробка та впровадження власних відповідних нормативно-правових актів та імплементація міжнародних засобів регулювання в Україні стане корисним з огляду на необхідність модернізації та вдосконалення забезпечення вітчизняних освітніх систем та приведення їх у відповідність до вимог світових аналогів в умовах цифровізації суспільної діяльності, що є важливим для професійної підготовки конкурентоспроможних фахівців на міжнародному рівні професійної зайнятості. З цією метою також вбачається доречним вивчення наступних Європейських нормативних актів, які забезпечують правові засади впровадження сучасних інформаційних і телекомунікаційних технологій для

справочинства щодо забезпечення гармонізації стандартів, права визначеності і технічної інтеграції ключових принципів цифровізації, також сприяють інноваціям та правовому захисту даних згідно дотриманню академічної етики та доброчесності авторських прав, сприяють розбудові цифрової інфраструктури у сфері професійної підготовки майбутніх кадрів інфотелекомунікацій. Так, Регламент (ЄС) 910/2014 (eIDAS) [30] визначає правові та технічні засади для використання електронних апостилів часових рамок при наданні послуг за призначенням у ЄС. Значення Регламенту для унормування управління справочинством полягає у забезпеченні юридичної сили електронних транзакцій, стандартизації процесів електронної ідентифікації та створенні умов для транскордонного співробітництва. У контексті професійної освіти фахівців для телекомунікацій Регламент сприяє унормуванню процедур електронного документообігу за основними видами діяльності закладів освіти забезпечує надійність безпеки обміну інформаційними пакетами даних.

У свою чергу, Директива 2016/2102 «Про доступність веб-сайтів»[28], спрямована на інклюзивність функціонування цифрових платформ, що є вимогою забезпечення вільного доступу зацікавлених здобувачів освіти до якісної освіти та прозорості публічності управління ЗВО. Використання стандартів доступності, таких як WCAG 2.1 [79], дозволяє застосовувати цифрові ресурси, які відповідають потребам усіх споживачів освітніх послуг, включаючи осіб з особливими потребами, що сприяє розбудові інфраструктури інформаційних мереж, зі забезпеченням рівного доступу до навчальних матеріалів і соціальній інтеграції майбутніх фахівців як під час навчання, так і професійній зайнятості.

Рамки для створення єдиного цифрового порталу, що забезпечує централізоване надання адміністративних послуг визначає Регламент (ЄС) 2018/1724 [105]. У сфері телекомунікацій та управління справочинством регламент визначає стандарти застосування процедур автоматизації документообігу та цифрових інструментів організації освітнього процесу підготовки фахівців також у сфері освіти, науки й інноватики. Завдяки вказаним засобам технічного регулювання навчальні заклади освіти ефективно взаємодіють зі стейкхолдерами

роботодавцями та здобувачами освіти та оптимізують організацій адміністративних процесів.

Загальний регламент захисту даних (з англ. – General Data Protection Regulation, далі – GDPR) [104] має вагоме значення для забезпечення конфіденційності та безпеки даних у цифровому середовищі; регулює обробку персональної інформації, встановлює права суб'єктів даних і зобов'язує установи дотримуватися стандартів безпеки. У контексті цифровізації освіти Загальний регламент захисту даних [83] сприяє створенню безпечного освітнього простору при опрацюванні персональної інформації усіх учасників освітнього процесу.

Електронне подання податкової звітності врегульовує Директива 2010/45/ЄС [29] щодо використання електронних рахунків-фактур, у фінансовому управлінні справочинством. У сфері освіти, науки й інноватики дозволяє автоматизувати фінансові операції, оптимізуючи витрати і скорочуючи адміністративне навантаження у ЗВО.

Вбачається, що імплементація зазначених нормативних актів сприяє гармонізації стандартів управління, забезпечуює ефективність, безпеку та доступність цифрових рішень у публічному управлінні та адмініструванні закладів освіти; Україна інтегрується в Європейський простір освіти та науки, та сприяє розвитку інноваційних технологій у сфері телекомунікацій завдяки конкурентоспроможності своїх фахівців (рис. 1.1).

Вплив європейських регламентів та директив на управління документацією

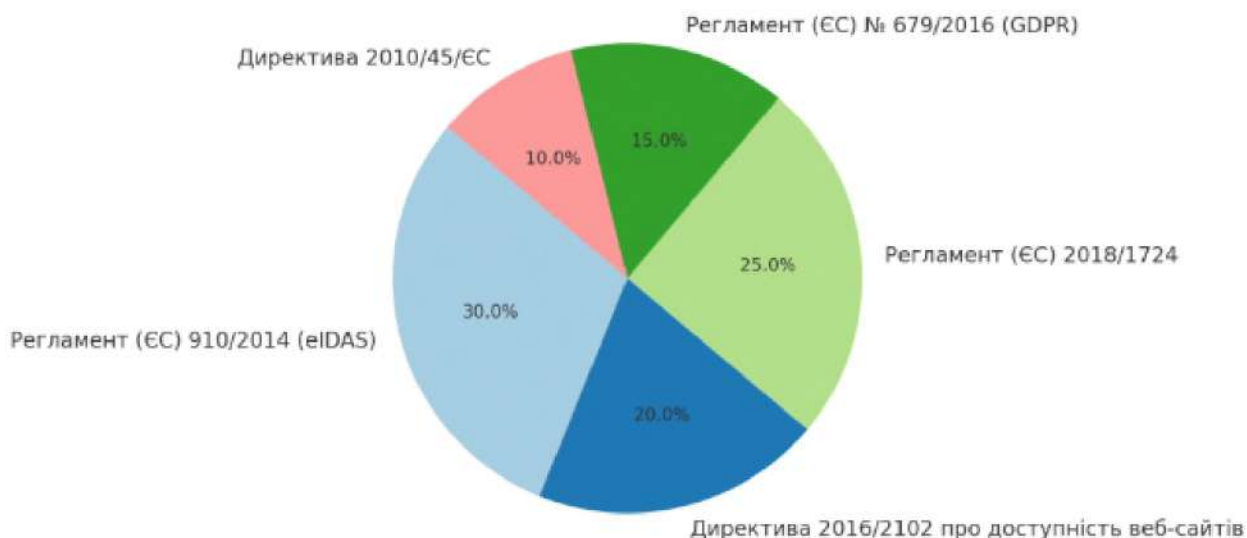


Рис. 1.1. Дольова участь впливу засобів технічного регулювання адміністративних процесів установи нормотворчих директив ЄС публічне управління справочинством

На рисунку 1.1 візуалізовано дольову участь впливу засобів технічного регулювання та нормотворчих директив ЄС на публічне управління справ адміністративних процесів установи/ зроблено на основі аналізу відповідних джерел:[30, 31, 106, 107].

Правове регулювання цифровізації професійної підготовки майбутніх фахівців є важливою складовою стратегії розвитку сучасної системи освіти у США, яка активно модернізується до технологічних змін інформатизації глобального виміру забезпечує безпечне та ефективне використання цифрових технологій у освітній процес. У США правове регулювання цифровізації охоплює і передбачає не лише соціальний захист правових гарантій персональних даних, але й унормування використання інноваційних технологій навчання, зокрема в галузі телекомунікацій. Теоретичні основи впровадження цифрових технологій у професійну підготовку фахівців базуються на кількох принципах, серед яких

важливими є доступність, інклюзивність та безпека. Одним із ключових аспектів правового регулювання у даному напрямку є Закон «По права сім'ї на освіту та конфіденційність» (далі – Закон FERPA) що був ухвалений у США ще у 1974 році та захищає конфіденційність освітніх записів студентів. Закон FERPA: 1) регулює порядок обробки персональних даних студентів у цифрових освітніх системах і вимагає отримання їхньої згоди (або згоди батьків у разі необхідності) на використання таких даних; 2) встановлює вимоги до зберігання та обробки інформації про студентів та вимоги контролю за тим, як освітні установи можуть збирати, зберігати, використовувати та передавати особисту інформацію про студентів; 3) передбачає права студентів та їхніх батьків на доступ до освітніх записів, а також на їх коригування, якщо ці записи містять помилки або неточності [64]. Важливим є те, що згідно до положень Закону FERPA заклади освіти повинні отримати письмову згоду студентів або їхніх батьків перед тим, як розголошувати будь-яку особисту інформацію, що стосується студентів (за винятком певних випадків -наприклад, навчальні заклади можуть надавати інформацію іншим державним установам або організаціям, що виконують функції, пов'язані з освітою, без отримання попередньої згоди, якщо це відповідає вимогам Закону FERPA). Окремим аспектом Закону FERPA є захист інформації, яка містить особисті дані студентів, такі як адреси, номери телефонів, академічні записи, фінансові відомості, а також інші дані, які можуть бути визнані конфіденційними. Приналежно, Закон FERPA дає студентам право вимагати доступ до своїх освітніх записів, а також право оскаржити будь-які неточності чи помилки, які можуть бути в цих записах.

Таким чином, Закон FERPA сприяє забезпеченню безпеки конфіденційних даних у цифровому середовищі, адже у зв'язку з розвитком цифрових технологій і збільшенням використання електронних освітніх платформ [64] даний акт регулює, як освітні установи повинні обробляти електронні записи та забезпечувати їх захист від несанкціонованого доступу або використання. Зазначене набуває важливого значення з огляду на забезпечення довіри студентів та їхніх батьків до освітніх установ, а також для підтримки високих стандартів безпеки в умовах цифровізації освітнього процесу. Відповідно, Закон FERPA є позитивним прикладом щодо

забезпечення балансу між правами студентів на конфіденційність та необхідністю освітніх установ обробляти й використовувати дані для виконання своїх функцій. У даному контексті варто підкреслити, що інтеграція у чинне українське законодавство положень Закону FERPA надасть змогу коректно підлаштовуватися під бурхливий розвиток цифрових технологій. Приналежно, впровадження засобів цифровізації для професійної підготовки фахівців у сфері телекомунікацій (як це передбачено у США) передбачає інтеграцію новітніх технологій у освітні програми, що дозволяє студентам отримувати знання та навички, необхідні для роботи в умовах швидко змінюваного цифрового середовища.

Важливим елементом є формування цифрових компетентностей, які охоплюють вміння працювати з новими технологіями, здатність адаптуватися до змінюваних умов ринку праці та забезпечувати безпеку інформації в телекомунікаційних мережах. Теоретичні концепції цифровізації професійної підготовки базуються на інтеграції знань у галузі інформаційних технологій, кібербезпеки, а також управління цифровими ідентифікаторами, що є важливими для фахівців у сфері телекомунікацій. Зокрема, впровадження цифрових технологій у професійну підготовку передбачає створення умов для розвитку навичок роботи з електронними підписами, шифруванням даних та іншими інструментами, що забезпечують безпеку в цифрових середовищах та дозволяє студентам не лише здобувати теоретичні знання, але й отримувати практичні навички, необхідні для роботи в реальних умовах. Тобто, правове регулювання цифровізації в США сприяє формуванню освітнього середовища, яке відповідає вимогам сучасних технологій і потребам ринку праці, забезпечуючи підготовку висококваліфікованих фахівців у галузі телекомунікацій.

Окрім зазначеного вище у Законі FERPA [64], привертає увагу кілька важливих аспектів, які підкреслюють його значення в контексті сучасних освітніх і технологічних змін:

1) розширення застосування в умовах цифровізації (з розвитком цифрових технологій і переходом до онлайн-освіти, освітні установи все більше

використовують електронні платформи для зберігання та обробки студентських даних, відповідно, передбачається, як саме навчальні заклади повинні захищати ці дані, зокрема, за допомогою шифрування, аутентифікації та інших засобів безпеки, що особливо актуально в умовах дистанційного навчання);

2) відповідальність за порушення конфіденційності (визначені санкції для освітніх установ у разі порушення конфіденційності студентських даних - наприклад, навчальні заклади можуть втратити федеральне фінансування, якщо вони не дотримуються вимог закону, що підвищує рівень відповідальності установ за захист студентської інформації);

3) винятки (питання забезпечення балансу між конфіденційністю та необхідністю обміну інформацією в окремих випадках);

4) врахування змін в законодавстві та постійна адаптація до нових реалій, зокрема, у зв'язку з розвитком технологій (враховуючи, що навчальні заклади все більше покладаються на сторонніх постачальників послуг для зберігання та обробки даних, вимагається оновлення для регулювання таких відносин);

5) міжнародний контекст і взаємодія з іншими законами та нормативно-правовими актами (такими як «Загальний регламент захисту даних Європейського Союзу» (GDPR) [83], що є важливим аспектом для студентів, які навчаються за кордоном або беруть участь у міжнародних програмах обміну, оскільки Закон FERPA [64] та GDPR [83] містять не тільки певні спільні принципи щодо захисту персональних даних, але й різні підходи до їх регулювання);

6) обізнаність студентів і працівників освітніх установ (в якості важливого аспекту забезпечення обізнаності серед студентів, викладачів та адміністрації навчальних закладів щодо їх прав і обов'язків щодо доступу до власних освітніх записів, які є конфіденційною інформацією, та щодо права на оскарження неточностей в цих записах). Відповідно до зазначеного, можна стверджувати, що Закон FERPA не тільки забезпечує правовий захист конфіденційності студентських даних, але й сприяє розвитку освітніх інновацій в умовах цифровізації, а також виступає важливим елементом для формування довіри студентів до навчальних

закладів і забезпечення належного рівня безпеки даних у сучасному цифровому середовищі.

Закон США «Про телекомунікації» від 1996 року [193] також має значний вплив на розвиток цифрових технологій у галузі освіти. Завдяки програмі «E-Rate» цей закон сприяє фінансуванню проєктів, пов'язаних із впровадженням Інтернету у школах і коледжах, що забезпечує доступність високошвидкісного з'єднання для навчальних закладів.

Закон США «Про доступність медичного страхування та відповідальність»(HIPAA) [162], хоча й орієнтований на охорону здоров'я, втім має вагоме значення для програм, які включають телемедицину та навчання у сфері охорони здоров'я, а також регулює порядок зберігання і передачі конфіденційної інформації, що використовується в освітніх цілях.

Закон США «Про американців з інвалідністю» (ADA) [139] сприяє забезпеченню рівного доступу до цифрових освітніх ресурсів для осіб з обмеженими можливостями та вимагає дотримання відповідності освітніх платформ «стандартам доступності», таким як «Настанови щодо доступності веб-контенту» (WCAG) [197], та стимулює створення інклюзивних цифрових рішень.

Закон США «Про обмін інформацією з кібербезпеки» (CISA) [146] забезпечує підвищення рівня кібербезпеки в освітніх установах та встановлює стандарти захисту цифрових платформ від кіберзагроз і сприяє обміну інформацією між освітніми закладами та державними органами.

Закон США «Про успіх кожного учня» (ESSA)[155] підтримує інтеграцію інноваційних технологій у освітні процеси, забезпечує фінансування розвитку цифрових освітніх платформ, а також стимулює впровадження новітніх програм (таких як «STEM»), зокрема у сфері телекомунікацій.

Федеральний закон США «Про управління інформаційною безпекою» (FISMA) [157] визначає вимоги до захисту інформації у федеральних установах, включаючи освітні заклади та забезпечує проведення аудиту та моніторингу інформаційних систем для гарантування їхньої безпеки.

Отже, правове регулювання цифровізації освіти у США забезпечує системний підхід до впровадження сучасних технологій, враховуючи потреби у захисті даних, доступності цифрових ресурсів та інноваційності, створює сприятливі умови для підготовки висококваліфікованих фахівців у сфері телекомунікацій, здатних відповідати викликам глобального ринку. Правове регулювання процесу цифровізації професійної підготовки майбутніх фахівців у сфері телекомунікацій у США ґрунтується на низці важливих законодавчих актів, стандартів та ініціатив, які спрямовані на забезпечення прозорості, ефективності та безпеки освітнього процесу. Ці нормативні акти створюють основу для стандартизації, впровадження інноваційних технологій та гарантування доступності цифрових ресурсів.

Вбачається корисним для впровадження засобів цифровізації в професійну підготовку фахівців у сфері телекомунікацій в Україні взяти до уваги кілька аспектів та практик, що успішно застосовуються в США. По-перше, у США активно використовуються різноманітні цифрові платформи для онлайн-навчання, які дозволяють студентам отримувати доступ до матеріалів, проходити тести, виконувати лабораторні роботи та брати участь у практичних заняттях дистанційно. Для нашої держави вбачається корисним впровадження подібних платформ для забезпечення доступу до навчальних ресурсів, особливо в умовах, коли традиційне навчання стає все більш складним через пандемії або інші обставини.

По-друге, США мають розвинену систему захисту студентських даних які забезпечують конфіденційність і безпеку особистої інформації. Україна може вдосконалити правове регулювання в цій сфері, адаптувавши досвід США для забезпечення надійного захисту даних студентів та викладачів, зокрема при використанні онлайн-платформ для навчання.

По-третє, у США діють навчальні програми для фахівців у сфері телекомунікацій, що охоплюють новітні технології, такі як 5G, IoT (Інтернет речей), кібербезпека, штучний інтелект і машинне навчання. Україні варто адаптувати ці підходи у національні навчальні програми з метою якісної підготовки студентів до

роботи з найсучаснішими технологіями та забезпечити їх конкурентоспроможність на глобальному ринку праці.

По-четверте, у США існує практика тісної співпраці між університетами та технологічними компаніями, що дозволяє студентам проходити практику та отримувати реальний досвід роботи з актуальними проектами. Українські навчальні заклади здатні налагодити подібні партнерства з телекомунікаційними компаніями для забезпечення практичного навчання та підвищення якості підготовки студентів.

По-п'яте, у США широко використовуються сертифікаційні програми, які дозволяють студентам отримати додаткові кваліфікації в певних сферах телекомунікацій (наприклад, сертифікація Cisco, CompTIA тощо). Відповідно, в Україні варто впровадити подібні сертифікаційні програми, що допоможе студентам підвищити свою кваліфікацію та відповідати міжнародним стандартам.

По-шосте, використання інтерактивних методів навчання, таких як віртуальні лабораторії, симуляції та гейміфікація, які активно застосовуються у США для покращення засвоєння складних технічних дисциплін будуть корисними і для нашої держави, адже Україні варт запровадити подібні методи для більш ефективного навчання студентів, особливо в таких технічно складних сферах, як телекомунікації.

По-сьоме, у США існують різноманітні державні та приватні програми фінансування для підтримки інновацій в освіті, зокрема в цифрових технологіях. Україні варто розглянути можливість створення грантових програм для підтримки впровадження цифрових технологій у освітній процес, що дозволить закладам освіти розвивати інфраструктуру та впроваджувати новітні технології.

Отже, впровадження наведених аспектів в Україні дозволить не тільки покращити якість професійної підготовки фахівців у сфері телекомунікацій, але й зробить освітній процес більш адаптованим до вимог глобального цифрового середовища.

Правове регулювання цифровізації для професійної підготовки майбутніх фахівців у сфері телекомунікацій в Європі є важливим компонентом забезпечення

ефективного впровадження новітніх технологій у систему освіти. Європейський Союз активно працює над створенням правових рамок, що дозволяють інтегрувати цифрові технології в освітній процес, забезпечуючи підготовку фахівців, здатних ефективно працювати в умовах глобалізації та технологічних змін.

Одним із основних документів, що регулює процеси цифровізації в Європі, є Стратегія цифрових технологій Європейського Союзу (далі – Стратегія) [154], яка визначає ключові напрямки розвитку цифрових навичок серед населення, зокрема, серед студентів, що навчаються в галузі телекомунікацій. Стратегія є комплексним документом, який визначає основні напрямки розвитку цифрових технологій і їх інтеграції в різні сфери, зокрема в освіту та професійну підготовку фахівців, включаючи сферу телекомунікацій. Метою Стратегії є забезпечення європейських країн передовими цифровими технологіями, що сприятиме розвитку конкурентоспроможної економіки, покращенню якості життя громадян та адаптації до глобальних змін у технологічному середовищі.

Один із ключових аспектів Стратегії полягає в розвитку цифрових навичок і компетентностей серед населення, зокрема серед студентів, які навчаються за спеціальностями, пов'язаними з телекомунікаціями. Це включає впровадження новітніх технологій у освітній процес, створення умов для розвитку критичних цифрових навичок, таких як програмування, кібербезпека, управління телекомунікаційними мережами та використання новітніх інструментів у сфері інформаційних технологій. Варто зазначити, що Стратегія спрямована на реалізацію кількох важливих ініціатив, що безпосередньо впливають на професійну підготовку фахівців у галузі телекомунікацій:

1) розвиток цифрових компетентностей (активна праця над створенням програм і ініціатив, які дозволяють студентам і молодим фахівцям отримати практичні навички роботи з сучасними цифровими технологіями, сприяють розвитку цифрових компетентностей, включають навчання основам програмування, робототехніки, управлінню даними, а також кібербезпеці, що є критично важливими для фахівців у галузі телекомунікацій);

2) інтеграція цифрових технологій в освіту (навчальні програми та освітні платформи, що дозволяє студентам отримувати доступ до віртуальних лабораторій, онлайн-курсів, інтерактивних платформ і ресурсів для практичного навчання, що сприяє підвищенню якості освіти і підготовки до роботи з сучасними телекомунікаційними технологіями);

3) підтримка інновацій та науково-технічного розвитку у навчальному процесі, включаючи використання штучного інтелекту, 5G, Інтернету речей (IoT) тощо, що дозволяє студентам розвивати навички, які будуть затребувані на ринку праці (оскільки це забезпечує підготовку фахівців, здатних вирішувати складні технічні завдання);

4) співпраця з індустрією (активне сприяння розвитку партнерств між освітніми установами та технологічними компаніями, що дозволяє студентам отримувати доступ до реальних проектів і практичного досвіду роботи з передовими технологіями, адже така співпраця сприяє не лише підвищенню якості навчання, але й створенню можливостей для студентів щодо працевлаштування після завершення навчання);

5) безпека та етика в цифрових технологіях (увагана етичні норми і стандарти безпеки в цифровому середовищі, що включає навчання студентів основам кібербезпеки, захисту даних і конфіденційності, що є критично важливими аспектами для роботи в сфері телекомунікацій, де зберігання і передача інформації має бути максимально безпечною);

6) підвищення доступу до цифрових ресурсів (забезпечення доступу до цифрових ресурсів і технологій для всіх студентів, незалежно від їхнього місця проживання або соціального статусу, що включає підтримку ініціатив, спрямованих на забезпечення рівного доступу до цифрових інструментів і платформ для навчання, що дозволяє розширити можливості для отримання освіти в галузі телекомунікацій).

Таким чином, Стратегія є важливим інструментом для формування сучасної освітньої системи, яка відповідає вимогам цифрової економіки і забезпечує підготовку фахівців, здатних працювати з новітніми технологіями в сфері

телекомунікацій. Впровадження такої стратегії в Україні дозволить створити умови для розвитку висококваліфікованих кадрів, навички яких будуть відповідати вимогам глобального ринку праці та сприяти розвитку економіки нашої держави в цілому.

Європейська рамкова програма «Цифрові компетентності для громадян» (далі – Програма) [46] є ще одним важливим інструментом, який визначає основні компетенції, що повинні бути освоєні студентами для ефективної роботи в цифровому середовищі. Програма охоплює такі аспекти, як використання цифрових технологій для комунікації, управління інформацією, безпека та програмування, що є критично важливими для фахівців у сфері телекомунікацій. У рамках даної Програми також розробляються стандарти для оцінки цифрових навичок студентів, що дозволяє забезпечити відповідність міжнародним вимогам. Тобто, Європейські країни активно розвивають національні стратегії та програми для впровадження цифрових технологій у освітній процес. Наприклад, у Федеративній Республіці Німеччині, Французькій Республіці та Сполученому Королівстві створено спеціальні ініціативи для підтримки цифровізації освіти, що включають не лише розвиток інфраструктури, але й впровадження новітніх методів навчання, таких як забезпечують організацію дистанційного навчання, віртуальних лабораторій та інтерактивних курсів, що дозволяє студентам отримувати практичні навички роботи з сучасними телекомунікаційними технологіями, включаючи 5G, IoT, штучний інтелект і кібербезпеку [86]. Відповідно, ЄС активно працює над посиленням захисту персональних даних, зокрема через впровадження Загального регламенту про захист даних (GDPR) [83], що встановлює чіткі вимоги до обробки та зберігання особистої інформації, що є важливим для забезпечення безпеки освітнього процесу та захисту прав студентів.

Наступним важливим елементом є взаємодія між освітніми установами та індустрією. Європейські університети та навчальні заклади активно співпрацюють з технологічними компаніями, що дозволяє студентам отримувати доступ до реальних проєктів та розвивати навички, необхідні для роботи в галузі телекомунікацій. Подібні партнерства забезпечують підготовку

висококваліфікованих фахівців, які здатні вирішувати реальні проблеми в сфері телекомунікацій.

Правове регулювання цифровізації освіти в Європі також включає розвиток національних стандартів та сертифікаційних програм для фахівців у галузі телекомунікацій. Наприклад, програми сертифікації в галузі кібербезпеки, програмування та управління телекомунікаційними мережами дозволяють студентам отримати додаткові кваліфікації, що підвищує їх конкурентоспроможність на ринку праці [80]. Враховуючи європейський досвід, Україні варто звернути увагу на важливість інтеграції цифрових технологій у професійну підготовку фахівців у сфері телекомунікацій, створення відповідних правових рамок для захисту даних, а також розвитку партнерств між освітніми закладами та індустрією, що дозволить забезпечити якісну підготовку студентів до роботи з новітніми технологіями та сприятиме інтеграції України в міжнародний освітній простір.

Для впровадження засобів цифровізації у професійну підготовку українських фахівців у сфері телекомунікацій важливим є дотримання міжнародних стандартів та принципів, закріплених у ряді конвенцій та декларацій, що регулюють використання цифрових технологій в освіті, розвитку професійних навичок та забезпеченні безпеки в цифровому середовищі. У контексті зазначеного, варто зазначити кілька важливих міжнародних документів, які сприяють розвитку цифровізації в освіті та професійній підготовці:

1) Конвенція ЮНЕСКО «Про освіту в епоху цифрових технологій» (2019) [61], яка була розроблена для сприяння інтеграції цифрових технологій в освітні системи країн-членів ЮНЕСКО, підтримує використання новітніх технологій у навчальному процесі, зокрема для підготовки фахівців у таких сферах, як телекомунікації та підкреслює важливість розвитку цифрових навичок серед студентів забезпечуючи право на рівний доступ до цифрових технологій для всіх учнів, незалежно від їхнього соціального статусу чи місця проживання;

2) Декларація Пекінської конференції (2001) [85], яку було ухвалено на міжнародній конференції ЮНЕСКО [129], щодо розвитку освіти в умовах

глобалізації та цифровізації. Відповідно, дана Декларація закликає до інтеграції інформаційно-комунікаційних технологій [158] у освітні системи, зокрема у професійну підготовку фахівців, що включає такі галузі, як телекомунікації та наголошує на важливості розвитку цифрових компетентностей серед молоді для забезпечення їхньої конкурентоспроможності на ринку праці;

3) Конвенція Ради Європи «Про кіберзлочинність» (2001) [60] хоча і не стосується безпосередньо освіти, але даний документ є важливим для забезпечення безпеки в цифровому середовищі, що має значення для професійної підготовки фахівців у сфері телекомунікацій, адже зобов'язує країни-учасниці забезпечити відповідні заходи для боротьби з кіберзлочинністю, що є важливою складовою для розвитку безпечних цифрових технологій в освіті;

4) Декларація Всесвітнього саміту з інформаційного суспільства (2003) [26] закликає до розвитку інформаційного суспільства, підкреслює важливість підготовки фахівців з цифровими навичками, що є критично важливими для сучасної економіки, включаючи галузь телекомунікацій;

5) Європейська рамка цифрових компетентностей (2013) [46] хоча не є міжнародною конвенцією, а скоріше інструментом для оцінки цифрових компетентностей, але цей документ розроблений Європейською Комісією для сприяння розвитку цифрових навичок серед громадян, зокрема серед студентів, які навчаються за спеціальностями, пов'язаними з інформаційними технологіями та телекомунікаціями та є основою для формування навчальних програм, що включають цифрові технології в освітній процес;

6) Конвенція «Про захист персональних даних» (1981, оновлена у 2018) [59], що ухвалена Радою Європи, регулює обробку персональних даних в цифровому середовищі та є важливою для забезпечення конфіденційності та безпеки даних студентів, що використовують цифрові платформи для навчання та професійної підготовки в галузі телекомунікацій;

7) Глобальна ініціатива з розвитку цифрових навичок [159] підтримувана міжнародними організаціями та урядами, сприяє розвитку цифрових навичок серед молоді, що є критично важливим для підготовки фахівців у таких галузях, як

телекомунікації, адже документ включає в себе програми навчання, сертифікації та професійні підготовки, які використовують сучасні цифрові інструменти. Наведені документи та ініціативи визначають правову основу для розвитку цифрових технологій в освіті, зокрема для підготовки фахівців у сфері телекомунікацій. Вони сприяють створенню безпечного та ефективного цифрового середовища для навчання та професійного розвитку, що відповідає сучасним вимогам і стандартам глобальної цифрової економіки.

Для України, яка активно розвиває цифровізацію в освітньому процесі, зокрема у сфері підготовки фахівців у галузі телекомунікацій, є важливим запозичення кращих практик та моделей правового регулювання з ЄС, який володіє значним досвідом у впровадженні інноваційних підходів до цифровізації освіти, що забезпечують високий рівень ефективності та безпеки, а також відповідають вимогам сучасного ринку праці. Вбачається, що для України буде корисним модель Європейської рамки цифрових компетентностей, оскільки цей інструмент дозволяє стандартизувати цифрові навички, які повинні бути здобуті студентами під час навчання за спеціальностями, пов'язаними з інформаційними технологіями та телекомунікаціями.

Як вже зазначалося, Європейська практика передбачає активне використання цифрових платформ для навчання, що є важливим елементом для розвитку дистанційної освіти в Україні. Платформи що забезпечують доступ до освітніх ресурсів, онлайн-курсів та сертифікацій, можуть значно покращити доступність освіти, зокрема для студентів, які навчаються за спеціальностями в галузі телекомунікацій. Європейський досвід у цій сфері дозволяє ефективно інтегрувати інноваційні технології в освітній процес, що забезпечить підготовку фахівців, здатних працювати в умовах глобалізованого та технологічно розвиненого світу.

Іншим важливим аспектом є правова регламентація цифрових технологій у сфері освіти. Встановлено, що європейські країни активно впроваджують закони, що регулюють захист персональних даних та забезпечення кібербезпеки в освітніх установах, тому вважаємо, що в Україні варто розглянути можливість адаптації європейських норм щодо захисту даних студентів, використання електронних

підписів та інших засобів цифрової ідентифікації в освітньому процесі, оскільки це дозволить не лише забезпечити високий рівень безпеки даних, а й підвищити довіру до цифрових платформ серед студентів та викладачів. В ЄС активно формується загальноєвропейська цифрова інфраструктура, яка дозволяє об'єднувати освітні установи, студентів та роботодавців через єдині цифрові платформи для обміну знаннями, досвідом та кваліфікаціями.

Технічне регулювання цифровізації для професійної підготовки майбутніх фахівців в Україні є важливою складовою процесу інтеграції новітніх технологій у систему освіти, зокрема у сфері телекомунікацій. Практика впровадження засобів цифровізації в освітній процес на сьогоднішній день включає не лише правове регулювання, а й розробку та адаптацію відповідних технічних стандартів, інфраструктури та цифрових платформ, що забезпечують ефективне навчання студентів. Одним із основних напрямів технічного регулювання є створення та вдосконалення електронних освітніх платформ, які дозволяють студентам і викладачам здійснювати освітній процес в умовах цифровізації.

В Україні активно розвиваються платформи для дистанційного навчання, що підтримують інтерактивні форми навчання, відеоконференції, онлайн-курси та інші інструменти, необхідні для високоякісної підготовки фахівців. Такі платформи забезпечують доступ до навчальних матеріалів, дозволяють організовувати тести та оцінювання, що є важливим елементом для підготовки майбутніх телекомунікаційних фахівців (табл. 1.2).

Наведені у таблиці 1.2 платформи забезпечують широкі можливості для організації дистанційного навчання, інтерактивних форм навчання та організації відеоконференцій, що є важливими інструментами для підготовки висококваліфікованих фахівців у сфері телекомунікацій в Україні, адже ці платформи надають можливість ефективно інтегрувати новітні цифрові технології в освітній процес, підвищуючи доступність і якість освіти.

Варто зазначити, що технічне регулювання включає впровадження стандартів для електронного документообігу, що дозволяє зберігати, обробляти та передавати документи в цифровому форматі. В умовах цифровізації освітнього

процесу, важливо забезпечити юридичну значущість електронних документів, таких як сертифікати, дипломи та інші документи про освіту. Це дозволяє автоматизувати процеси видачі документів, зменшити адміністративне навантаження на навчальні заклади і забезпечити зручний доступ до них для студентів та роботодавців.

Таблиця 1.2.

Інтернет-платформи для організації дистанційного навчання в ЗВО

Платформи	Опис ресурсу
Moodle[186] Ошибка! Источник ссылки не найден.	Платформа для створення та адміністрування онлайн-курсів, організації тестів, завдань і форумних обговорень
Google Classroom [115]	Платформа для управління віртуальними класами та навчальними завданнями, організації обговорень і відеоуроків через Google Meet
Microsoft Teams [185]	Платформа для командної роботи, проведення онлайн-лекцій, семінарів і відеоконференцій
Zoom [198]	Платформа для відеоконференцій, що активно використовується для онлайн-лекцій та інших навчальних заходів
Edmodo [149]	Онлайн-платформа для взаємодії між викладачами та студентами, організації завдань та тестів
Cisco WebEx [143]	Платформа для відеоконференцій з підтримкою чатів і спільної роботи над документами
BigBlueButton	Система для проведення відеоконференцій та вебінарів, включаючи онлайн-лекції та обговорення
VLE (Virtual Learning Environment) [196]	Віртуальне навчальне середовище для організації онлайн-курсів, тестування та взаємодії між студентами і викладачами
Coursera [145]	Міжнародна онлайн-платформа для організації курсів з різних дисциплін, у тому числі для сфери телекомунікацій
Udemy [194]	Популярна онлайн-платформа для курсів з професійної підготовки в різних сферах, включаючи програмування та ІТ
Khan Academy [178]	Освітня платформа, що пропонує безкоштовні курси з математики, програмування та інших технічних предметів
Pluralsight [190]	Платформа для навчання в ІТ, що надає курси з програмування, кібербезпеки та інших технічних напрямків.

Наступним важливим аспектом, є розвиток інфраструктури для підтримки цифрових технологій в освіті, зокрема у сфері телекомунікацій. Технічне регулювання, яке включає впровадження стандартів для електронного документообігу є ключовим елементом цифровізації освітнього процесу в Україні,

зокрема в контексті підготовки фахівців у сфері телекомунікацій. В умовах швидкого розвитку цифрових технологій та їх впливу на всі аспекти суспільного життя, важливим завданням є забезпечення юридичної значущості електронних документів, таких як сертифікати, дипломи та інші документи, які підтверджують освітній рівень. Це дозволяє забезпечити легітимність електронних транзакцій, що в свою чергу сприяє зменшенню бюрократичного навантаження на навчальні заклади, спрощуючи процеси видачі та обміну документами. Саме завдяки інтеграції стандартів для електронного документообігу можна значно покращити ефективність управлінських процесів у сфері освіти, адже стандартизація форматів документів дозволяє автоматизувати багато операцій (реєстрація, перевірка та архівація документів), що забезпечує значну економію часу та ресурсів для навчальних закладів. Крім того, це полегшує доступ до документів для студентів, викладачів і роботодавців, дозволяючи швидко отримувати необхідну інформацію через електронні платформи.

Вбачається, що для ефективної роботи з електронними документами необхідно забезпечити належний рівень безпеки та захисту персональних даних, що є важливим як для студентів, так і для викладачів. Це передбачає використання сучасних систем шифрування, захисту від несанкціонованого доступу та інших технологій, що гарантують конфіденційність і цілісність інформації. Інфраструктура цифрових технологій повинна також підтримувати інтеграцію з міжнародними стандартами та системами, що дозволяє забезпечити визнання українських документів за кордоном, а також полегшує участь студентів у міжнародних освітніх програмах. Саме це, є важливим кроком для підвищення конкурентоспроможності українських фахівців на міжнародному ринку праці, зокрема у сфері телекомунікацій. Технічне регулювання, яке включає стандарти для електронного документообігу та розвиток інфраструктури для цифрових технологій, є необхідною умовою для успішної цифровізації освітнього процесу в Україні, що дозволяє не лише оптимізувати внутрішні процеси в ЗВО, а й забезпечити зручність та доступність освітніх послуг.

Слід зазначити і міжнародну організацію «Інститут інженерів електротехніки та електроніки», яка розробляє стандарти для електроніки, інформаційних технологій та телекомунікацій (IEEE) [169] та «Міжнародну організацію по стандартизації» (ISO) [170] основними напрямками якої є розробка навчальних платформ, які використовуються в сфері телекомунікацій, визначають технічні вимоги, безпеку, сумісність і ефективність таких платформ. Стандарти зазначених організацій покликані забезпечити гармонізацію технологій та процесів, що використовуються для створення та впровадження навчальних інструментів, що сприяє забезпеченню високої якості освіти та підготовки фахівців у галузі телекомунікацій.

У сфері освіти, науки й інноватики вищезгадані стандарти визначають вимоги до архітектури програмного забезпечення, сумісності різних систем, протоколів передачі даних та методів безпеки та гарантують, що освітні платформи для майбутніх фахівців будуть взаємодіяти з іншими технологіями, підтримувати високий рівень безпеки та ефективно використовувати ресурси.

Наприклад, стандарт «IEEE 802» [164] визначає специфікації для локальних мереж і бездротових мереж (Wi-Fi) включаючи Ethernet (802.3), Wi-Fi (802.11), що є основою для створення онлайн-платформ для навчання, які підтримують відеоконференції, дистанційні лабораторії та інші інтерактивні інструменти, а також стандарти ISO для телекомунікаційних систем які забезпечують сумісність між різними платформами та технологіями, що використовуються в освітньому процесі (наприклад, ISO/IEC 27001 [176] визначає вимоги до систем управління інформаційною безпекою, що є критично важливим для навчальних платформ, які обробляють персональні дані студентів та викладачів).

Таким чином, впровадження стандартів дозволяє забезпечити конфіденційність, цілісність та доступність інформації в цифровому середовищі. Завдяки стандартам, які розробляють міжнародні організації навчальні платформи для професійної підготовки фахівців сфери телекомунікацій можуть бути спроектовані так, щоб забезпечити високу ефективність навчання, безпеку, сумісність з іншими системами, а також відповідність вимогам міжнародних

стандартів, що дає змогу створювати платформи, які можуть використовуватися для інтерактивного навчання, відеоконференцій, тестування та інших елементів дистанційної освіти, що є важливими для підготовки висококваліфікованих фахівців у галузі телекомунікацій.

Слід також зазначити, що систему стандартів «Референсна модель спільного використання навчального контенту» (далі – SCORM) [192] та «Сумісність навчальних інструментів» (далі – LTI) [167] які можна вважати важливими інструментами, що активно використовуються в освітньому середовищі для інтеграції навчальних платформ та ресурсів, зокрема в контексті дистанційного навчання що забезпечують стандартизацію навчальних матеріалів і дозволяють створювати ефективні та інтерактивні освітні середовища.

Встановлено, що SCORM – це набір стандартів, який був розроблений для забезпечення взаємодії між навчальними платформами та контентом, основною метою якого є створення модульних навчальних матеріалів, які можуть бути інтегровані в різні системи управління навчанням (LMS). Завдяки SCORM можна стандартизувати процеси створення, зберігання та передавання навчальних ресурсів, що полегшує їх використання та взаємодію в межах різних платформ. Окрім того, стандарт дозволяє не лише організовувати навчальний контент, але й здійснювати моніторинг прогресу студентів, що є важливим аспектом для ефективного дистанційного навчання[94].

Стандарт LTI, який розроблено з метою інтеграції сторонніх інструментів і додатків у систему управління навчанням, дає змогу безкоштовно підключати різноманітні інструменти, такі як платформи для відеоконференцій, тестування, віртуальні лабораторії та інші ресурси, не вимагаючи від користувачів виходу з основної навчальної платформи [182], що забезпечує зручність і ефективність освітнього процесу, оскільки студенти і викладачі можуть користуватися всіма необхідними інструментами без додаткових складнощів.

Порівнюючи SCORM і LTI, можна зазначити, що кожен з цих стандартів має свою специфіку, а саме: SCORM зосереджено на стандартизації контенту, створенні інтерактивних навчальних матеріалів, які можуть бути легко інтегровано

в різні системи управління навчанням [191], водночас LTI орієнтується на інтеграцію зовнішніх інструментів, що дозволяє значно розширити функціонал системи управління навчанням і зробити процес навчання більш гнучким і багатофункціональним. Використання обох стандартів є поширеним у багатьох країнах, оскільки вони дозволяють створювати стандартизовані та інтерактивні навчальні середовища.

Так, у США стандарт SCORM активно застосовується в освітніх установах, корпоративному навчанні та урядових структурах де цей стандарт забезпечує інтеграцію навчальних матеріалів з різними системами управління навчанням. У країнах ЄС SCORM є основним стандартом для розробки дистанційних курсів, а в Канаді та Австралії широко використовується для інтеграції навчальних ресурсів у системах управління навчанням.

Стандарт LTI також знайшов широке застосування в освітніх установах по всьому світу, зокрема у США, Європі та Канаді цей стандарт активно використовується для інтеграції сторонніх інструментів у системі управління навчанням, що дозволяє створювати більш інтерактивні та персоналізовані навчальні середовища. В Австралії та Азії стандарт LTI застосовується для підключення різноманітних інструментів, що дозволяє значно покращити якість дистанційного навчання [94]. Отже, SCORM і LTI є важливими інструментами для розвитку дистанційного навчання та інтеграції сучасних технологій в освітній процес і забезпечують не лише стандартизацію навчальних матеріалів, але й інтеграцію різноманітних інструментів, що значно покращує досвід навчання та підвищує ефективність освітнього процесу.

У таблиці 1.3 представлено порівняльну характеристику стандартів SCORM, LTI, IEEE та ISO, які широко описано в офіційних джерелах, технічній документації та публікаціях, у контексті їх застосування у сфері освіти, науки й інноватики та технологій.

Таблиця 1.3

**Порівняння основних стандартів SCORM, LTI, IEEE та ISO в контексті
їх застосування у сфері освіти та технологій**

Абревіатура	SCORM	LTI	IEEE	ISO
Повна назва	«Референсна модель спільного використання навчального контенту» (з англ. – «Sharable Content Object Reference Model») [138]	«Сумісність навчальних інструментів» (з англ. – «Learning Tools Interoperability»)[168]	«Інститут інженерів електротехніки та електроніки» (з англ. – «Institute of Electrical and Electronics Engineers»)[166]	«Міжнародна організація по стандартизації» (з англ. – «International Organization for Standardization»)[171]
Призначення	Стандартизація контенту для навчальних платформ	Інтеграція сторонніх інструментів у LMS	Розробка стандартів для різних технологічних сфер	Розробка міжнародних стандартів у різних галузях
Основна мета	Створення інтерактивних, стандартизованих навчальних матеріалів	Інтеграція зовнішніх інструментів у LMS	Розробка технічних стандартів для різних галузей	Створення стандартів для забезпечення якості та сумісності в різних сферах
Тип стандарту	Технічний стандарт для навчального контенту	Стандарт для інтеграції інструментів	Технічні стандарти в електроніці та інженерії	Міжнародний стандарт для різних галузей
Сфера застосування	Дистанційне навчання, LMS	Дистанційне навчання, інтеграція сторонніх інструментів	Електроніка, телекомунікації, енергетика, інформаційні технології	Різні галузі: від виробництва до інформаційних технологій
Використовувані платформи	Системи управління навчанням (LMS)	Системи управління навчанням (LMS)	Різноманітні технологічні платформи та продукти	Виробничі підприємства, технологічні компанії, організації в різних сферах

Абревіатура	SCORM	LTI	IEEE	ISO
Ключові функції	Стандартизація контенту, моніторинг прогресу студентів	Безшовна інтеграція інструментів для навчання	Стандарти для мереж, комп'ютерних систем, електроніки	Стандарти для якості, безпеки, сумісності та ефективності
Підтримка	Широко підтримується в освіті та корпоративному у навчанні	Використовується для інтеграції зовнішніх інструментів у LMS	Визнаний у багатьох технічних і інженерних сферах	Використовується в міжнародній практиці для забезпечення якості
Поширення юрисдикції	США, ЄС, Канада, Австралія, Японія, Південна Корея	США, ЄС, Канада, Австралія, Азія	США, ЄС, Японія, Індія, Китай	Всьому світі, зокрема в ЄС, США, Японії та інших країнах

Здійснено порівняння основні аспекти кожного з наведених у ній стандартів, що є важливими для інтеграції та стандартизації навчальних технологій у сфері освіти та технологій. Та варто зазначити, що в Європі та США існують інші численні стандарти, що регулюють цифровізацію освіти, зокрема для професійної підготовки фахівців у сфері телекомунікацій. Ці стандарти охоплюють різні аспекти, від безпеки даних до управління навчальними платформами та електронними документами (табл. 1.4).

Таблиця 1.4

Стандарти , які регламентують сферу освіти, науки й інноватики та технологій, інформаційної безпеки та управління даними

Стандарт/Документ	Опис ресурсу
EN 301 549 [151]	Стандарт, який регулює вимоги до доступності ІКТ для людей з обмеженими можливостями
EN ISO 9001:2015 [152]	Стандарт системи управління якістю для організацій, зокрема освітніх установ
ISO/IEC 27001:2013 [175]	Міжнародний стандарт для системи управління інформаційною безпекою
ISO/IEC 20000-1:2018 [174]	Стандарт для управління ІТ-послугами, що застосовується в освіті

Стандарт/Документ	Опис ресурсу
ISO/IEC 12207:2017 [173]	Стандарт для управління життєвим циклом програмного забезпечення
Family Educational Rights and Privacy Act (FERPA) [64]	Закон США, що регулює конфіденційність і захист даних студентів
IEEE 802.11 [150]	Стандарт для бездротових мереж, що використовується в навчальних закладах
IEEE 802.3 [165]	Стандарт для проводових мереж, що забезпечує підключення до цифрових платформ
ISO/IEC 27018:2019 [177]	Стандарт для захисту особистих даних в хмарних сервісах
Common Education Data Standards (CEDS) [144]	Стандарт для збору та обміну освітніми даними в США
SCORM [94]	Стандарт для створення та обміну навчальними матеріалами в електронному форматі
LTI (Learning Tools Interoperability) [180]	Стандарт для інтеграції різних навчальних інструментів і платформ

В Україні для забезпечення цифровізації освіти, зокрема для професійної підготовки фахівців у сфері телекомунікацій, застосовуються національні стандарти, що відповідають міжнародним вимогам, а також розроблені вітчизняними органами стандартизації. Основні стандарти, які регулюють технології, що використовуються для створення навчальних платформ та впровадження цифрових засобів в освіту, включають:

1) ДСТУ ISO/IEC 27001:2015 [41] – стандарт, що визначає вимоги до системи управління інформаційною безпекою (важливий для забезпечення конфіденційності та захисту даних студентів та викладачів, а також для забезпечення безпеки інформаційних систем, що використовуються в освітньому процесі);

2) ДСТУ 4100:2002 [37] – стандарт, що визначає вимоги до електронних документів, їх обробки та передачі (важливий для забезпечення юридичної значущості електронних документів, таких як сертифікати, дипломи та інші документи про освіту);

3) ДСТУ ISO/IEC 20000-1:2019 [40] – стандарт, що визначає вимоги до системи управління ІТ-послугами (застосовується до управління ІТ-інфраструктурою, що підтримує навчальні платформи та інші цифрові інструменти для освітнього процесу);

4) ДСТУ ISO/IEC 12207:2014 [39] – стандарт, що регулює процеси життєвого циклу програмного забезпечення, включаючи розробку, тестування та підтримку програмних продуктів, що використовуються в освітніх платформах;

5) ДСТУ 3410-96 [35] – стандарт, що регулює вимоги до документів, які використовуються в системах електронного документообігу (важливо для автоматизації процесів видачі дипломів, сертифікатів та інших освітніх документів в електронному вигляді);

6) ДСТУ 3541:2013 [36] – стандарт, що визначає вимоги до електронних навчальних ресурсів, таких як платформи для дистанційного навчання (забезпечує належну організацію освітнього процесу з використанням цифрових технологій);

7) ДСТУ EN 301 549:2019 [38] – стандарт, що визначає вимоги до доступності веб-сайтів і мобільних додатків для людей з обмеженими можливостями (важливо для забезпечення рівного доступу до освітніх платформ для всіх студентів, включаючи людей з інвалідністю);

8) ДСТУ 1.5-93 [34] – стандарт, що регулює загальні вимоги до системи якості в організаціях, включаючи заклади освіти, що застосовують цифрові технології в освітньому процесі.

Здійснено компаративний аналіз стандартів, що регулюють сферу освіти, науки й інноватики в Україні, в ході якого визначено їх основне призначення, мету за типом стандарту в визначених сферах застосування, платформи та основний функціонал у табл.1.5.

Таблиця 1.5

Порівняльна характеристика українських стандартів у сфері освіти, науки й інноватики та ІКТ

Повна назва	ДСТУ 4123:2002 – Системи управління навчанням	ДСТУ 8342:2015 – Інтеграція навчальних інструментів у LMS	ДСТУ ISO/IEC 27001:2015 – Системи управління інформаційною безпекою	ДСТУ 9001:2015 – Системи управління якістю
Призначення	Стандартизація систем управління навчанням	Інтеграція зовнішніх навчальних інструментів у LMS	Забезпечення кібербезпеки в інформаційних системах	Забезпечення ефективності управління якістю в організаціях
Основна мета	Створення стандартів для систем управління навчанням	Розробка стандартів для інтеграції інструментів у LMS	Впровадження стандартів для захисту інформаційних систем	Підвищення ефективності управління якістю в організаціях
Тип стандарту	Національний стандарт для освітніх платформ	Національний стандарт для інтеграції інструментів	Національний стандарт для кібербезпеки	Національний стандарт для управління якістю
Сфера застосування	Дистанційне навчання, LMS	Дистанційне навчання, інтеграція інструментів у LMS	ІТ-безпека, інформаційні системи, захист даних	Виробничі підприємства, організації в різних сферах
Платформи	Платформи для управління навчанням (LMS)	Платформи для управління навчанням (LMS)	Інформаційні системи, платформи для кібербезпеки	Організації, сертифікаційні органи, виробничі підприємства
Ключові функції	Стандартизація систем навчання, управління контентом	Інтеграція зовнішніх інструментів у LMS	Захист інформаційних систем, управління ризиками кібербезпеки	Стандарти для управління якістю, аудит і сертифікація
Підтримка	Використовується в освіті та навчальних установах	Використовується для інтеграції інструментів у LMS	Використовується в організаціях для забезпечення безпеки	Використовується в різних сферах для підвищення якості

Вивчення зазначених стандартів надає можливість опанувати підходи щодо змін правового та технічного регулювання цифровізації для професійної підготовки майбутніх фахівців в Україні з метою забезпечення високого рівня якості, безпеки та ефективності освітнього процесу, сприяння розвитку цифрової інфраструктури в освітньому середовищі та забезпечення готовності українських ЗВО до інтеграції з міжнародними освітніми платформами та технологіями.

З огляду на зазначене, варто підкреслити, що в Україні необхідно продовжувати модернізацію технічної бази навчальних закладів, створюючи умови для впровадження новітніх технологій та інноваційних рішень, які мають безпосереднє відношення до професійної підготовки фахівців у галузі телекомунікацій. З цією метою вбачається необхідним розробляти та впроваджувати технічні стандарти, що визначають вимоги до обладнання, програмного забезпечення, а також забезпечують сумісність різних систем і платформ. Слід наголосити, що технічне регулювання також включає забезпечення кібербезпеки в освітньому процесі, а в умовах цифровізації важливо забезпечити захист персональних даних студентів, викладачів та інших учасників освітнього процесу. Для цього в Україні необхідно впроваджувати сучасні засоби захисту інформації, включаючи шифрування даних, використання електронних підписів, а також системи для виявлення та попередження кіберзагроз. Все це дозволить не тільки захистити особисті дані, а й забезпечити безпечну роботу з цифровими платформами, що є необхідним для ефективної професійної підготовки фахівців у галузі телекомунікацій.

Адаптація міжнародних стандартів сфери телекомунікаційної освіти в Україні є багатогранним і складним процесом, який потребує глибоких змін на рівні законодавства, освітніх програм та технічної інфраструктури. Впровадження таких стандартів дозволить Україні досягти високих рівнів у підготовці фахівців і забезпечити їх конкурентоспроможність на міжнародному ринку праці.

Основний напрям підготовки педагогічного складу є навчання викладачів використанню інструментів для дистанційного навчання, що включає ознайомлення з платформами, такими як Moodle, Blackboard, Google Classroom, які

дозволяють організовувати освітній процес в онлайн-форматі. Викладачі повинні мати змогу не тільки створювати навчальні матеріали, але й використовувати інтерактивні інструменти, такі як відеоконференції, форуми, тести, опитування, щоб забезпечити ефективну взаємодію зі студентами. Підвищення кваліфікації педагогів у цьому напрямі дозволить забезпечити більш гнучкий та ефективний навчальний процес, який відповідає вимогам сучасного цифрового світу. Застосування цифрового документообігу в освіті є важливим елементом для зменшення адміністративного навантаження та підвищення ефективності управління навчальним процесом. Викладачі повинні бути навчені використовувати сучасні системи для зберігання, обробки та передачі документів в електронному форматі, таких як електронні підписи, сертифікати, дипломи та інші документи. Педагоги повинні розуміти принципи та інструменти, що забезпечують юридичну значущість електронних документів, а також дотримуватися вимог щодо захисту персональних даних. Тренінги з цього питання дозволять викладачам впевнено працювати з цифровими документами та забезпечити їх правильне використання в освітньому процесі. Важливим аспектом підготовки педагогічного складу, є ознайомлення викладачів з основами кібербезпеки. Оскільки цифрові технології, зокрема платформи для дистанційного навчання, стають основним інструментом у навчальному процесі, викладачі повинні розуміти, як захищати особисті дані студентів та уникати загроз, пов'язаних з кібератаками. Це включає знання основ шифрування даних, налаштування безпеки на платформах для навчання, захист електронних підписів та інші аспекти кібербезпеки. Педагоги повинні бути готові до швидких змін у цій сфері, що дозволить їм забезпечити безпеку як для себе, так і для своїх студентів. Викладачі повинні бути підготовлені до інтеграції цифрових технологій у навчальний процес на всіх етапах навчання. Це включає використання інтерактивних навчальних матеріалів, онлайн-курси, віртуальні лабораторії та інші інструменти, що дозволяють створити більш динамічне та ефективне навчальне середовище. Викладачі повинні знати, як використовувати цифрові технології для розвитку критичного мислення, вирішення реальних завдань та покращення взаємодії між студентами. Це також

включає освоєння методик змішаного навчання, яке поєднує традиційні та онлайн-методи навчання, що дозволяє забезпечити більшу гнучкість у навчальному процесі.

Підготовка педагогічного складу повинна включати ознайомлення викладачів з міжнародними стандартами та найкращими практиками в сфері цифровізації освіти. Потрібно включити вивчення стандартів SCORM, LTI, IEEE, ISO, а також ознайомлення з інноваційними підходами, що застосовуються в провідних університетах і навчальних закладах світу. Викладачі повинні бути готові до впровадження цих стандартів у навчальний процес, що дозволить забезпечити високий рівень якості освіти та відповідність міжнародним вимогам. Оскільки цифрові технології постійно розвиваються, важливо забезпечити постійне підвищення кваліфікації педагогічного складу. Регулярні тренінги, курси підвищення кваліфікації, участь у міжнародних конференціях та вебінарах, необхідні для того щоб викладачі змогли ознайомитися з новими тенденціями та технологіями. Педагоги повинні бути постійно в курсі останніх досягнень у сфері телекомунікацій, цифровізації та освітніх технологій, щоб мати змогу ефективно застосовувати їх у навчальному процесі. Належна підготовка педагогічного складу є важливим етапом у забезпеченні високоякісної освіти у сфері телекомунікацій, адже йдеться не тільки про навчання викладачів технічним аспектам використання цифрових технологій, ай їх ознайомлення з міжнародними стандартами, кібербезпекою, цифровим документообігом та інтеграцією новітніх технологій у навчальний процес. Постійне підвищення кваліфікації педагогів дозволить забезпечити ефективну підготовку студентів до роботи в умовах цифровізації телекомунікаційної галузі.

Таким чином, для успішної адаптації міжнародних стандартів у сфері телекомунікаційної освіти в Україні необхідно здійснити комплексний підхід, який включає оновлення нормативно-правової бази, підготовку викладачів, розвиток інфраструктури, впровадження новітніх технологій, а також активне міжнародне співробітництво. Це дозволить Україні досягти високих стандартів у професійній підготовці фахівців та інтегруватися в глобальний освітній простір.

Отже, на підставі вищезазначеного, можна стверджувати про наступне:

1. Технічне регулювання цифровізації для професійної підготовки фахівців у галузі телекомунікацій в Україні є комплексним процесом, що включає: створення та вдосконалення цифрових платформ; розробку технічних стандартів для електронного документообігу; модернізацію інфраструктури та забезпечення кібербезпеки. Наведені заходи будуть сприяти підвищенню якості освіти, створенню ефективного навчального середовища та підготовці висококваліфікованих фахівців, здатних працювати в умовах цифрової трансформації.

2. Адаптація міжнародних стандартів у сфері телекомунікаційної освіти в Україні є необхідною умовою для підвищення якості підготовки фахівців у цій галузі та інтеграції країни в глобальний освітній простір. Цей процес потребує комплексного підходу, який включає правову, технічну та організаційну складову, що дозволить створити відповідну інфраструктуру для ефективної реалізації міжнародних стандартів. Першим кроком у цьому напрямку є аналіз існуючих національних нормативно-правових актів, які регулюють освітній процес і технологічну інфраструктуру. Наступним етапом є розробка нормативно-правових актів, які забезпечать виконання вимог міжнародних стандартів. Це можуть бути нові закони або доповнення до чинних актів, що регулюють цифровізацію освіти, захист персональних даних, електронний документообіг та доступність інформаційно-комунікаційних технологій. Важливим є також впровадження норм, які регулюють використання електронних підписів, доступність цифрових платформ для людей з інвалідністю та безпеку даних, що відповідають міжнародним вимогам.

3. Для ефективної адаптації міжнародних стандартів у сфері телекомунікаційної освіти в Україні вбачається необхідним оновити навчальні програми, враховуючи міжнародні стандарти та технології, що використовуються у сфері телекомунікацій. Це передбачає інтеграцію нових курсів, пов'язаних з кібербезпекою, управлінням цифровими ідентифікаторами, електронним документообігом, а також сучасними технологіями в телекомунікаціях. Важливо

також включити практичні заняття, що передбачають використання міжнародних платформ для дистанційного навчання (таких як SCORM та LTI), що дозволяють інтегрувати різні ресурси та платформи в єдину освітню екосистему.

4. З метою підвищення професійної підготовки майбутніх фахівців, особливу увагу слід приділити підготовці педагогічного складу. Для цього вночіється необхідним організація курсів підвищення кваліфікації для викладачів, які мають бути ознайомлені з новітніми цифровими технологіями, стандартами безпеки даних та методиками інтеграції цифрових платформ у навчальний процес, адже враховуючи швидкий розвиток технологій, викладачі повинні бути постійно в курсі останніх досягнень у своїй галузі.

5. Важливою складовою адаптації є впровадження відповідної технічної інфраструктури, яка відповідатиме вимогам міжнародних стандартів. Це включає інтеграцію платформ для дистанційного навчання, які підтримують інтерактивні форми навчання, відеоконференції, а також інші інструменти, що забезпечують високоякісну підготовку студентів. З цією метою необхідно: створити національну інфраструктуру для безпечного зберігання та обміну електронними документами, що буде відповідати міжнародним стандартам; моніторинг ефективності впровадження міжнародних стандартів; аудит освітнього процесу (з метою виявлення недоліків та своєчасного їх усунення). Це дозволить забезпечити безперервне вдосконалення процесів підготовки фахівців у галузі телекомунікацій.

6. Міжнародне співробітництво є важливим елементом адаптації міжнародних стандартів. Україні необхідно активно співпрацювати з міжнародними організаціями для обміну досвідом, отримання доступу до новітніх технологій та освітніх ресурсів, що дозволить інтегрувати найкращі практики в національну систему освіти та забезпечити високий рівень підготовки фахівців, що відповідає вимогам глобального ринку праці.

Розробка та оновлення нормативно-правової бази є одним із ключових елементів для успішного впровадження цифровізації в професійну підготовку фахівців у сфері телекомунікацій в Україні. В умовах швидкого розвитку цифрових технологій важливо, щоб законодавство відповідало вимогам сучасного

інформаційного суспільства та забезпечувало правову основу для впровадження новітніх освітніх та технологічних інструментів.

Встановлено, що для ефективного впровадження засобів цифровізації у професійну підготовку фахівців сфери телекомунікацій в Україні необхідно реалізувати комплекс заходів, які охоплюють правову, технічну, освітню та організаційну сфери, а саме:

- оновлення законів щодо цифровізації освіти (прийняття нових законів або доповнень до чинних актів, що стосуються електронного документообігу, електронних підписів, а також створення правових механізмів для забезпечення юридичної значущості електронних документів, таких як сертифікати, дипломи та інші документи про освіту). Важливо, щоб ці закони відповідали вимогам сучасних цифрових технологій, забезпечували захист персональних даних та забезпечували можливість автоматизації процесів видачі документів;

- регулювання електронного документообігу (визначення правил і стандартів для створення, обробки, зберігання та передачі електронних документів, у тому числі правил електронних підписів, ідентифікації користувачів та безпеки даних);

- захист персональних даних та кібербезпека (посилення заходів з захисту персональних даних студентів, викладачів та інших учасників освітнього процесу, розробка та впровадження стандартів щодо захисту даних, цифрових платформ і інфраструктури від кіберзагроз);

- забезпечення доступності цифрових платформ (створення рівних умов для всіх студентів, незалежно від їх фізичних можливостей та інтеграція осіб з обмеженими можливостями в освітній процес).

Важливою складовою регулювання цифровізації для професійної підготовки майбутніх фахівців є співпраця з міжнародними організаціями, що займаються розробкою стандартів у сфері цифровізації та телекомунікацій, що дозволить Україні отримати доступ до найкращих практик і технологій, а також інтегруватися в глобальну освітню спільноту. Спільні проекти з міжнародними партнерами дозволять підвищити рівень української освіти в галузі телекомунікацій,

забезпечити обмін досвідом і знаннями, а також сприяти розвитку інноваційних технологій.

Висновки до першого розділу

Проведено формально-логічний аналіз правового та технічного регулювання цифровізації для професійної підготовки майбутніх фахівців у ЗВО. Систематизовано масштаби юрисдикції поширення і впливу організацій, уповноважених з розробки, тестування та впровадження засобів технічного регулювання. Інституція ООН з питань освіти, науки і культури (з англ. – United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, UNESCO) розробляє та реалізує міжнародну політику цифрової освіти, цифрових компетентностей педагогів (з англ. – Competency Framework for Teachers), неперервної освіти та її цифрової взаємодії світового масштабу. Міжнародна організація зі стандартизації (з англ. – International Organization for Standardization, ISO), система стандартизації для забезпечення якості, безпеки, сумісності та ефективності в сферах функціонального призначення – промислової, виробничої, інформаційно-комунікаційної та телекомунікаційної, освітньо-наукової та інших видів суспільної діяльності, що використовується в міжнародній практиці для забезпечення якості в ЄС, США, Японії та інших країнах передової економіки. Технічний стандарт навчального контенту «Референсна модель спільного використання навчального контенту» (з англ. – Sharable content object reference model, SCORM) передбачає стандартизацію управління змістовим наповненням контентів навчальних платформ з метою створення інтерактивних, стандартизованих навчальних ресурсів для онлайн-навчання (з англ. – Learning management system, далі – LMS) з поширенням юрисдикції у США, ЄС, Канаді, Австралійському Союзі, Японії, Республіці Корея. Інструментальний стандарт «Сумісність навчальних інструментів» (з англ. – Learning tools interoperability) для інтеграції сторонніх засобів у LMS за аналогією у США, ЄС, Канада, Австралійському Союзі, країнах Азії. Технічні

регламенти у сфері електроніки та інженерії «Інститут інженерів електротехніки та електроніки» (з англ. – Institute of electrical and electronics engineers, IEEE), стандарти мережевої організації інформаційних систем (зокрема в електроніці), промислові стандарти, цифровізації досліджень і видавничої справи, міжнародного партнерства цифрового просвітництва і апробації у сферах – освіти, науки й інноватики; інженерно-технологічної; електроніки, телекомунікацій, енергетики, інформаційно-комунікаційних технологій, що застосовуються у США, ЄС, Японія, Республіка Індія; Китайська Народна Республіка. Міжнародний союз електрозв'язку (з англ. – International telecommunication union) визначає глобальні стандарти розбудови архітектури телекомунікацій, цифрової інфраструктури, 5G/6G, кібербезпеки, цифрової інклюзії суспільної діяльності. Міжнародна електротехнічна комісія (з англ. – International electrotechnical commission) унормовує засоби технічного регулювання цифрових електронних систем, телекомунікаційного обладнання, автоматизації та інформаційних технологій. Інститут інженерів з електротехніки та електроніки (з англ. – Institute of electrical and electronics engineers) встановлює стандарти регулювання мереж, бездротових комунікацій, цифрових технологій, ІІІ та професійної освіти. Проект партнерства третього покоління (з англ. – 3rd Generation partnership project) стандартизує засоби мобільних комунікацій LTE, 5G та 6G, обумовлює вимоги до професійної підготовки фахівців сфери телекомунікацій. Інженерна рада з розвитку Інтернету (з англ. – Internet engineering task force) розробляє відкриті стандарти Інтернету (TCP/IP, IPv6, HTTP, DNS тощо), що врегульовують професійну діяльність у сфері телекомунікацій.

Встановлено європейські інституції, уповноважені з міжнародного регулювання цифрової модернізації у сфері освіти, науки й інноватики та окреслено їх функціонал у вирішенні педагогічної проблеми. Європейська Комісія (з англ. – European Commission) Реалізує – План дій щодо цифровізації освіти (з англ. – Digital Education Action Plan) щодо забезпечення якісної, інклюзивної та транспарентної цифрової освіти в Європі; Програму цифрова

Європа (з англ. – Digital Europe Programme) задля впровадження цифрових технологій бізнесу, соціально-побутової діяльності та належного врядування. Об'єднаний дослідницький центр Європейської Комісії (з англ. – Joint research centre) розробляє DigComp та DigCompEdu, онлайн-інструментарій самооцінювання закладів освіти у досягненні ефективності впровадження цифрових технологій при організації освітнього процесу для встановлення прогресу цифрового розвитку освітніх установ (з англ. – Effective learning by fostering the use of innovative educational technologies, SELFIE), європейські рамки цифрової компетентності громадян ((з англ. – DigComp 2.2). Європейський інститут телекомунікаційних стандартів (з англ. – European telecommunications standards institute, ETSI) зі стандартизації інформаційних, інформаційно-комунікаційних і телекомунікаційних технологій, надає підтримку з розробки і тестування глобальних технічних регламентів для інформаційних систем, застосунків, сервісних послуг цифровізації, IoT, 5G, кібербезпеки цифрової архітектури. Європейська асоціація із забезпечення якості вищої освіти (з англ. – European association for quality assurance in higher education) формує засоби технічного регулювання забезпечення якості вищої освіти. Європейська асоціація університетів (з англ. – European university association) визначає напрями цифровізації освітньої діяльності університетів.

Список використаної літератури до першого розділу:

1. Антошук С. Підвищення цифрової компетентності здобувача технічної освіти в закладах фахової передвищої освіти. *Вісник післядипломної освіти. Серія «Педагогічні науки»*. 2023. Вип. 26 (55), С. 36–49.
2. Астраханцев А. А. Моделі та методи підвищення захищеності та якості передачі даних в системах мобільного зв'язку: дис. ... д-ра техн. наук : 05.12.02 «Телекомунікаційні системи та мережі». Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2024. 377 с.
3. Барась С.Т., Костюк О.А., Кравцов Ю.І. Основи теорії телекомунікаційних систем: навчальний посібник. Вінниця: ВДТУ, 2003. 79 с.
4. Бардус І. О. Теоретичні та методичні засади контекстної фундаменталізації професійної підготовки майбутніх фахівців у галузі інформаційних технологій: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.04 – теорія і методика професійної освіти. Харків, 2018. 708 с.
5. Бендес Ю. П. Теоретико-методичні засади навчання фізики майбутніх фахівців телекомунікацій з використанням інноваційних технологій: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.02 - теорія та методика навчання (фізика). Київ, 2014. 492 с.
6. Беркман Л. Н., Сторчак К. П., Захаржевський А. Г. Підвищення показників якості системи керування сучасними та перспективними телекомунікаційними мережами. *Зв'язок*. 2020. № 2. С. 3–7.
7. Биков В. Ю., Спірін О. М., Пінчук О. П. Проблеми та завдання сучасного етапу інформатизації освіти. *Загальна середня освіта як базова ланка в системі безперервної освіти : матеріали наук.-практ. конф., присвяченої 50-річчю Інституту педагогіки НАПН України*. Київ, 2017. С. 47–49.
8. Биков В.Ю. Інноваційний розвиток засобів і технологій систем відкритої освіти. Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми: Зб.наук. праць. Випуск 29, 2012. С. 32-40.

9. Биков В.Ю. Моделі організаційних систем відкритої освіти: монографія. Київ: Атіка, 2009. 684 с.
10. Биков В.Ю., Білоус О.В., Богачков Ю.М. та ін. Основи стандартизації інформаційно-комунікаційних компетентностей в системі освіти України: методичні рекомендації /за заг. ред. В.Ю. Бикова, О.М. Спіріна, О.В. Овчарук. К.: Атіка, 2010. 88 с.
11. Бібік Н. М. Компетентнісний підхід: рефлексивний аналіз застосування. *Компетентнісний підхід у сучасній освіті: світовий досвід та українські перспективи : бібліотека з освітньої політики / під заг. ред. О. В. Овчарук. Київ: К.І.С., 2004. С. 47–52.*
12. Бредньова В. П., Кошарська Л. В., Levitskiy A. Роль цифрових технологій у сучасній системі вищої освіти. *Вісник Одеського національного морського університету. 2021. № 3 (66). С. 102–116.*
13. Варенко В. М., Кушнар'ов В. В. Цифрові комунікації: системний підхід. *Цифрова платформа: інформаційні технології в соціокультурній сфері. 2025. Т. 8, № 2. С. 479–491.*
14. Васіна Л. С. Інтеграція професійних та математичних знань у підготовці фахівців радіоелектронного профілю. *Проблеми інтеграції у сучасній професійній освіті: методологія, теорія, практика: монографія / за ред. І. Козловської, Я. Кміта. Львів: Сполом, 2004. С. 126–133.*
15. Васіна Л. С. Обґрунтування умов інтеграції математичних та спеціальних дисциплін у підготовці радіотехніків. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід: зб. наук. пр. Вінниця: ТОВ фірма «Планер», 2005. Вип. 7. С. 138–142.*
16. Васіна Л.С. Дидактичні умови інтеграції спеціальних та математичних знань у професійній підготовці фахівців радіоелектронного профілю. *Наукові записки Тернопільського державного педагогічного університету ім. В. Гнатюка. Серія: Педагогіка. 2004. Вип. 5. С. 65–69.*
17. Ветошко І. П. Метод адаптивного планування радіоресурсів та керування повторними передачами для підвищення якості голосових послуг VoNR у мережі

- 5G : дис. ... д-ра філософії : 172 «Телекомунікації та радіотехніка». Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2026. 218 с.
18. Воробієнко П.П., Нікітюк Л.А., Резніченко П.І. Телекомунікаційні та інформаційні мережі: підручник. Київ: САММІТ-Книга, 2010. 708 с.
 19. Гафіяк А. М. Система формування професійної компетентності майбутніх фахівців з інформаційно-комунікаційних технологій в університетах : автореф. дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.04 – теорія і методика професійної освіти. Хмельницький, 2020. 40 с.
 20. Гевко І., Невмержицька О. Роль інформаційно-комунікаційних технологій в сучасній концепції дистанційного навчання. *Молодь і ринок*. 2019. № 2 (169). С. 41–45.
 21. Горбатий І. В. Дослідження технічної ефективності телекомунікаційних систем та мереж при використанні різних методів передавання даних із керуючим зворотним зв'язком. *Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті*. 2017. № 1. С. 3–8.
 22. Гриневич Л. М., Морзе Н. В., Вембер В. П., Бойко М. А. Роль цифрових технологій у розвитку екосистеми STEM-освіти. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2021. Т. 83, № 3. С. 1–25.
 23. Гуревич Р. С., Кадемія М. Ю., Опушко Н. Р., Ільніцька Т. С., Плахотнюк Г. М. Роль цифрових технологій навчання в епоху цивілізаційних змін. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми*. 2021. Вип. 62. С. 28–38.
 24. Гуржій А., Карташова Л., Квятковська А., Зайчук В. «Підготовка майбутніх фахівців з телекомунікацій у форматі змішаного навчання: рекомендації щодо проведення практично-лабораторних робіт». *Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології*, 2023. № 3(127). С. 423–450.
 25. Гуржій А.М., Лапінський В.В. Електронні освітні ресурси – від теорії до практики. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми*. 2014. Вип. 38. С. 3-11.

26. Декларація принципів: «Будуємо інформаційне суспільство: спільна відповідальність в дії» // Всесвітній саміт з інформаційного суспільства. URL: <https://www.itu.int/net/wsis/docs/geneva/official/dop.html>. (дата звернення: 13.03.2025).
27. Дещинський Ю. Л. Методичні основи підготовки молодших спеціалістів зв'язку з технічного обслуговування комп'ютерної техніки: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04 – теорія і методика професійної освіти. К., 1998. 16 с.
28. Директива (ЄС) 2016/2102 Європейського парламенту та Ради від 26 жовтня 2016 року про доступність веб-сайтів та мобільних додатків органів публічного сектору. Офіційний журнал Європейського Союзу. 2016. № L 327. С. 1–15. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32016L2102>. (дата звернення: 13.03.2025).
29. Директива 2010/45/ЄС Ради від 13 липня 2010 року про внесення змін до Директиви 2006/112/ЄС щодо правил виставлення рахунків у системі податку на додану вартість // Офіційний журнал Європейського Союзу. 2010. № L 189. С. 1–14.
30. Директива 2010/45/ЄС. Офіційний вісник Європейського Союзу. L 174.1.07.2010. С. 1–89.
31. Директива 2016/2102 про доступність веб-сайтів. Офіційний вісник Європейського Союзу. L 327.2.12.2016. С. 1–15.
32. Діхнич К. В. Професійна підготовка майбутніх учителів початкової школи у процесі педагогічної практики : дис. ... д-ра філософії : 011 Освітні, педагогічні науки. Суми, 2021. 368 с.
33. Досягнення в телекомунікаціях: монографія/ за наук. ред. Ільченка М.Ю., Кравчука С.О. Київ: Інститут обдарованої дитини НАПН України, 2019. 336 с.
34. ДСТУ 1.5-93. (1993). *Державна система стандартизації України. Стандарти. Загальні вимоги до побудови, викладення, оформлення та змісту*. Київ: Держспоживстандарт України.
35. ДСТУ 3410-96. (1996). *Системи обробки інформації. Документація. Вимоги до оформлення документів*. Київ: Держспоживстандарт України.

36. ДСТУ 3541:2013. (2013). *Інформаційні технології в освіті. Електронні навчальні ресурси. Вимоги до структури та функціонування*. Київ: Держспоживстандарт України.
37. ДСТУ 4100:2002. (2002). *Інформаційні технології. Електронний документ. Вимоги до оформлення та функціонування*. Київ: Держспоживстандарт України.
38. ДСТУ EN 301 549:2019. (2019). *Вимоги до доступності інформаційно-комунікаційних продуктів та послуг для людей з обмеженими можливостями*. Київ: Держспоживстандарт України.
39. ДСТУ ISO/IEC 12207:2014. (2014). *Інформаційні технології. Процеси життєвого циклу програмного забезпечення*. Київ: Держспоживстандарт України.
40. ДСТУ ISO/IEC 20000-1:2019. (2019). *Інформаційні технології. Управління послугами. Частина 1: Вимоги до системи управління IT-послугами*. Київ: Держспоживстандарт України.
41. ДСТУ ISO/IEC 27001:2015. (2015). *Інформаційні технології. Методи забезпечення безпеки. Системи управління інформаційною безпекою. Вимоги*. Київ: Держспоживстандарт України.
42. Європейська рамка цифрових компетентностей (DigComp). Європейська комісія. URL: <https://ec.europa.eu/jrc/en/digcomp>. (дата звернення: 13.03.2025).
43. Жарова О. В. Педагогічні умови формування інформаційної компетентності майбутніх радіотехніків. *Вища освіта України у контексті інтеграції до європейського освітнього простору*. 2014. № 5. С. 56–61.
44. Жарова О.В. Формування інформаційної компетентності майбутніх радіотехніків у процесі професійної підготовки в технічному університеті: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04 – теорія і методика професійної освіти. Київ, 2015. 191 с.
45. Замрозович-Шадріна С. Р., Юденкова О. П., Антошук С. В. Навички майбутнього в процесі професійної підготовки майбутніх фахівців: як

цифровізація змінює вимоги до освіти. *Актуальні питання гуманітарних наук*. 2024. Вип. 71, № 2. С. 216–221.

46. Згуровський М.З., Ільченко М.Ю., Якорнов Є.А. Організація наукових досліджень в галузі телекомунікацій. Київ: Хімджест, 2018. 336 с.

47. Ільченко М.Ю., Кравчук С.О. Сучасні телекомунікаційні системи: монографія. Київ: Наукова думка, 2017. 730 с.

48. Карташов А. Д. Підхід щодо організації розподіленого зберігання та доступу до cloud даних : дис. ... д-ра філософії: 172 «Телекомунікації та радіотехніка». Київ, 2025. 164 с.

49. Карташова Л. А., Квятковська А. О. Змішане навчання: методика підготовки майбутніх фахівців з телекомунікацій. *Вісник післядипломної освіти: зб. наук. пр. Серія «Педагогічні науки»*. 2024. Т. 27, № 56. С. 55–69.

50. Карташова Л., Квятковська О. Модель змішаного навчання майбутніх фахівців з телекомунікацій як засіб підвищення рівня професійної підготовки. *Педагогіка формування творчої особистості у вищій і загальноосвітній школах: зб. наук. праць*. Вип. 89, 2023. С. 99-104. 170 с.

51. Карташова Л.А. Цифровий освітній простір: концептуальні засади формування; організація та підтримка діяльності учасників освітнього процесу. *Освіта майбутнього: концепції, методи, підходи: колективна монографія / за загальною редакцією В. В.Любарець, Н. В.Бахмат*, Київ: Міленіум, 2020. 310 с.

52. Квятковська А. О. Професійна підготовка майбутніх фахівців з телекомунікацій в умовах змішаного навчання : дис. ... д-ра філософії : 011 Освітні, педагогічні науки. Київ, 2024.

53. Квятковська А. Організація освітньої діяльності в умовах змішаного навчання майбутніх фахівців з телекомунікацій. *Академічні студії. Серія «Педагогіка»*. 2023. № 4. С. 130–136.

54. Київський національний університет будівництва і архітектури. Перелік проведення наукових конференцій з проблем вищої освіти. Офіц. сайт КНУБА. URL: <https://udhtu.edu.ua/wp-content/uploads/2024/02/perelik-konferenczij-monu-2024.pdf>. (дата звернення: 13.03.2025).

55. Київський національний університет імені Тараса Шевченка. *Концепція впровадження дистанційного навчання в освітній процес Київського національного університету імені Тараса Шевченка* URL: <https://nmc.univ.kiev.ua/docs/30062020%20Kontseptsia%20dystantsiynogo%20navchannya.doc>. (дата звернення: 13.03.2025).
56. Ковальчук А. В. Організаційно-педагогічні умови цифровізації фахової підготовки майбутніх педагогів професійного навчання : дис. ... д-ра філософії : 015 Професійна освіта. Глухів, 2026. 295 с.
57. Коломієць А. А. Фундаменталізація математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі електроніки та телекомунікацій: монографія / за наук. ред. В.І. Ключка. Вінниця: ТВОРИ, 2021. 360 с.
58. Коломієць А.А. Теорія і практика фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «електроніка та телекомунікації». дис. д-ра. пед. наук: 13.00.04 – теорія і методика професійної освіти. Рівне, 2023. 628 с.
59. Конвенція про захист осіб у зв'язку з автоматизованою обробкою персональних даних. Рада Європи. URL: https://zakon.rada.gov.ua/go/994_326. (дата звернення: 13.03.2025).
60. Конвенція про кіберзлочинність. Рада Європи. URL: https://zakon.rada.gov.ua/go/994_575. (дата звернення: 13.03.2025).
61. Конвенція ЮНЕСКО про освіту в епоху цифрових технологій (2019) // ЮНЕСКО. URL: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000370215>. (дата звернення: 13.03.2025).
62. Кононенко А., Смирнова І. Порівняльний аналіз використання хмарних технологій майбутніми фахівцями з телекомунікацій та судноводіїв в умовах змішаного навчання. *Інноваційна педагогіка*. Вип. 63(1), 2023. С. 177-183.
63. Копанєва В. О. Наукова комунікація в цифровому середовищі. *Вісник Книжкової палати*. 2023. № 9 (326). С. 27–37.
64. Кравчук С.О., Кравчук І.М., Явіся В.С. Формування системної структури підготовки кадрів телекомунікаційного профілю. *Досягнення в*

телекомунікаціях: монографія. Київ: Інститут обдарованої дитини НАПН України, 2019. С. 38-56.

65. Лавріненко В. С. Підвищення якості прийому сигналу в сенсорних телекомунікаційних мережах міста шляхом використання відбиття радіохвиль міліметрового діапазону: дис. ... д-ра філософії : 172 «Телекомунікації та радіотехніка». Київ, 2024. 153 с.

66. Лазарєв О. В. Професійна підготовка майбутніх фахівців аграрного профілю на засадах компетентнісного підходу : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.04 – теорія і методика професійної освіти. Суми, 2014. 255 с.

67. Левчук О., Левчук К. Цифрова стійкість: оцінка ролі інформаційних технологій у забезпеченні безперервності підготовки фахівців в кризових умовах. *Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво*. 2024. № 54. С. 137–145.

68. Лобацький А. Підготовка фахівців цифрових технологій в умовах дуальної освіти. *Академічні студії*. 2024. № 4. С. 81–85.

69. Магілевський В. В. Професійна підготовка майбутніх фахівців до реалізації інформаційної безпеки у сфері електроніки, метрології та радіотелекомунікацій : дис. ... д-ра філософії : 011 Освітні, педагогічні науки. Київ, 2026. 307 с.

70. Мамрич С.М. Ступенева підготовка фахівців у навчально-наукововиробничих комплексах (на прикладі радіотехнічних спеціальностей): автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04 – теорія і методика професійної освіти. Київ, 2001. 20 с.

71. Марцева Л. А. Професійна підготовка молодших спеціалістів радіотехнічного профілю в технічних коледжах: монографія. Вінниця: Тезис, 2015. 633 с.

72. Марцева Л. А. Теоретичні та методичні основи професійної підготовки молодших спеціалістів радіотехнічного профілю: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.04 – теорія і методика професійної освіти. Львів, 2015. 459 с.

73. Марцева Л.А. Організаційно-методичні засади оптимізації підготовки майбутніх фахівців радіотехнічного профілю в коледжах: посібник. Вінниця: Тезис, 2015. 128 с.
74. Мельник Р. В. Тенденції розвитку ринку телекомунікаційних послуг України: зростання, адаптивність, цифровізація. *Економічний простір*. 2026. № 209. С. 43–51.
75. Микитишин А.Г., Митник М.М., Стухляк П.Д. Телекомунікаційні системи та мережі: навчальний посібник для студентів спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології». Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2017. 384 с.
76. Міжнародний союз електрозв'язку. *ITU*. URL: <https://www.itu.int/>. (дата звернення: 13.03.2025).
77. Морзе Н. В., Кузьмінська О. Г. Формування інформатичних компетентностей учнів середньої школи. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2011. Т. 23, № 3. DOI: <https://doi.org/10.33407/itlt.v23i3.467>. (дата звернення 23.05.2025).
78. Мостова А., Тараненко І., Щолокова Г. Цифрова трансформація бізнесу і суспільства: роль цифрових навичок. *Східна Європа: економіка, бізнес та управління*. 2023. № 4 (41). С. 51–57.
79. Настанови з доступності вебвмісту (WCAG) 2.1 // World Wide Web Consortium (W3C). URL: <https://www.w3.org/Translations/WCAG21-ua/>. (дата звернення: 13.03.2025).
80. Національна програма розвитку кібербезпеки України на період до 2030 року. Міністерство цифрової трансформації України. URL: https://msp.gov.ua/files/docs/2020/05/06/Proekt_Natsionalnoyi_programi_rozvitku_kiberbezpeki_Ukrayini_na_period_do_2030_roku.pdf. (дата звернення: 13.03.2025).
81. Овчарук О. В. Компетентності як ключ до оновлення змісту освіти. *Стратегія реформування освіти в Україні: рекомендації з освітньої політики*. Київ: К.І.С., 2003. С. 13–41.

82. Основи теорії телекомунікацій: підручник/за заг. ред. проф. Ільченка М.Ю. К.: 2010. ІССЗІ НТУУ «КПІ». 786 с.
83. Остапов О.А., Чуб М.М., Шевченко І.І., Рисцова К.І. Впровадження сучасних технологій та методики викладання в телекомунікаціях. Розділ монографії Досягнення в телекомунікаціях. Київ: Інститут обдарованої дитини НАПН України, 2019. С.56-70
84. Павлова Н. С. Система проєктування цифрового освітнього середовища фахової підготовки майбутніх учителів інформатики : дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.10 – Інформаційно-комунікаційні технології в освіті. Київ, 2025. 552 с.
85. Пекінська декларація. *Верховна Рада України*. URL: https://zakon.rada.gov.ua/go/995_507. (дата звернення: 13.03.2025).
86. Петров І. І. Інноваційні технології в освіті. *Науковий вісник*. 2020. Т. 15, № 3. С. 45–50.
87. Питання Міністерства цифрової трансформації: постанова Кабінету Міністрів України від 18 вересня 2019 р. № 856 .Офіційний вісник України. 2019. № 77. Ст. 2775. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/856-2019-%D0%BF>. (дата звернення: 13.03.2025).
88. Підпалий О. І. Метод підвищення безпеки інформаційного обміну в SDN-мережах на основі інтеграції технологій Zero Trust та Blockchain : дис. ... д-ра філософії : 172 «Телекомунікації та радіотехніка». Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2026. 216 с.
89. Пометун О. І. Теорія та практика послідовної реалізації компетентнісного підходу в досвіді зарубіжних країн. *Компетентнісний підхід у сучасній освіті: світовий досвід та українські перспективи : бібліотека з освітньої політики /* під заг. ред. О. В. Овчарук. Київ : К.І.С., 2004. С. 15–24.
90. Потапчук О. І. Теоретичні та методичні засади підготовки майбутніх фахівців комп'ютерного профілю до застосування цифрових технологій : дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.04 – теорія і методика професійної освіти. Тернопіль, 2024. 496 с.

91. Про вищу освіту: Закон України від 1 липня 2014 р. № 1556-VII. Відомості Верховної Ради України. 2014. № 37. Ст. 2014. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/1556-18>. (дата звернення: 13.03.2025).
92. Про електронні довірчі послуги: Закон України від 5 жовтня 2017 р. № 2155-VIII // Відомості Верховної Ради України. 2018. № 7. Ст. 51. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/2155-19>. (дата звернення: 13.03.2025).
93. Про електронні комунікації: Закон України від 16 грудня 2020 р. № 1089-IX. *Відомості Верховної Ради України*. 2021. № 13. Ст. 106. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/1089-20>. (дата звернення: 13.03.2025).
94. Про електронну ідентифікацію та електронні довірчі послуги: Закон України від 5 жовтня 2017 р. № 2155-VIII. Відомості Верховної Ради України. 2017. № 47. Ст. 446. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/2155-19>. (дата звернення: 13.03.2025).
95. Про затвердження Положення про дистанційне навчання: постанова Кабінету Міністрів України. Офіційний вісник України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/z0703-13>. (дата звернення: 13.03.2025).
96. Про затвердження Положення про електронні освітні ресурси: наказ Міністерства освіти і науки України від 1 жовтня 2012 р. № 1060 // Офіційний вісник України. 2012. № 81. Ст. 3245. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/z1695-12>. (дата звернення: 13.03.2025).
97. Про захист персональних даних: Закон України від 1 червня 2010 р. № 2297-VI // Відомості Верховної Ради України. 2010. № 35. Ст. 480. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/2297-17>. (дата звернення: 13.03.2025).
98. Про Національну програму інформатизації: Закон України; Програма від 01.12.2022 № 2807-IX // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/2807-20> (дата звернення: 21.08.2025).
99. Про освіту: Закон України від 5 вересня 2017 р. № 2145-VIII // Відомості Верховної Ради України. 2017. № 38-39. Ст. 380. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/2145-19>. (дата звернення: 13.03.2025).

100. Про схвалення Концепції розвитку цифрових компетентностей та затвердження плану заходів з її реалізації : Розпорядження Кабінету Міністрів України; Концепція, План, Заходи від 03.03.2021 № 167-р // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/167-2021-p> (дата звернення: 21.08.2026).
101. Про схвалення Концепції розвитку цифрової економіки та суспільства України на 2018–2020 роки та затвердження плану заходів щодо її реалізації : Розпорядження Кабінету Міністрів України; Концепція, План, Заходи від 17.01.2018 № 67-р // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/67-2018-p> (дата звернення: 06.08.2024).
102. Про схвалення Стратегії здійснення цифрового розвитку, цифрових трансформацій і цифровізації до 2025 року: розпорядження Кабінету Міністрів України від 17 листопада 2021 р. № 1467-р . Офіційний вісник України. 2021. № 94. Ст. 621. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/1467-2021-%D1%80>. (дата звернення: 13.03.2025).
103. Про схвалення Стратегії розвитку вищої освіти в Україні на 2022–2032 роки : Розпорядження Кабінету Міністрів України; Стратегія, План від 23.02.2022 № 286-р // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/286-2022-p> (дата звернення: 21.08.2024).
104. Регламент (ЄС) 2016/679 Європейського парламенту та Ради від 27 квітня 2016 року про захист фізичних осіб щодо обробки персональних даних та про вільний рух таких даних (Загальний регламент про захист даних)є Офіційний журнал Європейського Союзу. 2016. № L 119. С. 1–88.
105. Регламент (ЄС) 2018/1724 Європейського парламенту та Ради від 2 жовтня 2018 року про створення єдиного цифрового шлюзу для забезпечення доступу до інформації, процедур, послуг підтримки та вирішення проблем, а також про внесення змін до Регламенту (ЄС) № 1024/2012. Офіційний журнал Європейського Союзу. 2018. № L 295. С. 1–38. URL: <https://eur->

lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32018R1724. (дата звернення: 13.03.2025).

106. Регламент (ЄС) 910/2014 (eIDAS). Офіційний вісник Європейського Союзу. L 257. 28.08.2014. С. 73.

107. Регламент (ЄС) № 679/2016 (GDPR). Офіційний вісник Європейського Союзу. L 119. 4.05.2016. С. 1–88.

108. Регламент (ЄС) № 910/2014 Європейського парламенту та Ради від 23 липня 2014 року про електронну ідентифікацію та довірчі послуги для електронних транзакцій на внутрішньому ринку // Офіційний журнал Європейського Союзу. 2014. № L 257. С. 73–114. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32014R0910>. (дата звернення: 13.03.2025).

109. Розвиток теоретичних основ інформатизації освіти та практична реалізація інформаційно-комунікаційних технологій в освітній сфері України / за ред. В.Ю. Биков, С.Г. Литвинова, В.І. Луговий. Житомир: ЖДУ ім. І. Франка, 2019. 213 с.

110. Савченко О. Я. Компетентнісний підхід до навчання та формування ключових компетентностей учнів. Український педагогічний журнал. 2015. № 3. С. 10–16.

111. Семеріков С. О. Фундаменталізація навчання інформатичних дисциплін у вищій школі: монографія / науковий редактор академік АПН України, д.пед.н., проф. М. І. Жалдак. Київ. НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2009. 340 с.

112. Сергеева Л.М., Стойчик Т.І., Мартиненко К.В. «Організація професійної підготовки фахівців електротехнічного профілю в навчально-практичних центрах закладів професійної (професійно- технічної) освіти». *Наукові записки малої академії наук України*, 2022. № 3(25), С. 145–154.

113. Сікора Я. Б. Теоретико-методичні засади адаптивної системи професійної підготовки майбутніх фахівців з інформаційних технологій в умовах цифровізації : дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.04 – Теорія і методика професійної освіти. Житомир, 2025. 709 с.

114. Собко Я.М. Інтегрування знань учнів з фізичної електроніки у ПТУ радіотехнічного профілю: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04 – теорія і методика професійної освіти. Київ, 1996. 207 с.
115. Спірін О.М., Яцишин А.В. Досвід підготовки наукових кадрів з інформаційно-комунікаційних технологій в освіті. *Комп'ютер у школі та сім'ї*. 2014. № 2 (114). С. 3–8.
116. Стеклов В. К., Беркман Л. Н. Проектування телекомунікаційних мереж. Київ: Техніка, 2002. 792 с.
117. Сумський державний університет. *Система дистанційного навчання СумДУ*. URL: <https://dl.sumdu.edu.ua/uk/>. (дата звернення: 13.03.2025).
118. Сусліков Л.М., Дьордяй В.С. Телекомунікації та радіотехніка (вступ до спеціальності): навчальний посібник для студентів молодших курсів спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка». Ужгород: Видавництво «Говерла», 2022. 352 с.
119. Сушин І. О. Метод підтримки зв'язності мобільної мережі сенсорів спрямованої дії із використанням телекомунікаційних аероплатформ різнорівневого розташування : дис. ... д-ра філософії : 172 «Телекомунікації та радіотехніка». Київ : КПП ім. Ігоря Сікорського, 2025. 164 с.
120. Таврійський національний університет імені В. І. Вернадського. Платформи та сервіси дистанційної освіти. Офіц. сайт ТНУ ім. В. І. Вернадського. URL: <https://tnu.edu.ua/platformi-ta-servisi-distancijnoi-osviti/>. (дата звернення: 13.03.2025).
121. Татарчук В. В. Організаційні та дидактичні особливості формування графічної компетентності майбутніх фахівців у галузі електроніки та телекомунікацій. *Педагогіка безпеки*. 2022. № 7(1-2), С. 1–07.
122. Татарчук В. В. Професійна підготовка фахівців у галузі електроніки та телекомунікацій як педагогічна проблема. *Наукові інновації та передові технології*. 2023. № 11(25). С. 612-625.

123. Татарчук В. В. Формування графічної компетентності майбутніх фахівців у галузі електроніки та телекомунікацій. *Наука і техніка сьогодні*. 2023. № 11(25). С. 580-593.
124. Татарчук В. В. Формування графічної компетентності майбутніх фахівців у галузі електроніки та телекомунікацій із застосуванням цифрових технологій у закладах вищої освіти : дис. ... д-ра філософії. Київ, 2025. 262 с.
125. Татарчук В.В. Формування графічної компетентності майбутніх фахівців у галузі електроніки та телекомунікацій із застосуванням цифрових технологій у закладах вищої освіти: дис. ... доктора філософії за спеціальністю 015 Професійна освіта. Вінниця, 2024. 262 с.
126. Твердохлебова Ю. М. Підготовка майбутніх фахівців фізичної культури і спорту до використання здоров'явідновлювальних технологій у професійній діяльності : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.04 – теорія і методика професійної освіти. Суми, 2021. 20 с.
127. Тернопільський національний педагогічний університет імені В. Гнатюка. ТНПУ працює в нових умовах: огляд, досвід, перспективи. Офіц. сайт ТНПУ ім. В. Гнатюка. URL: <https://tnpu.edu.ua/news/4644/>. (дата звернення: 13.03.2025).
128. Тихонов М. В. Методи побудови моделей оцінки надійності телекомунікаційного обладнання мереж зв'язку з урахуванням відмов та збоїв програмного забезпечення та комбінованого резерву часу : дис. ... д-ра філософії: 172 «Телекомунікації та радіотехніка». Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2025. 175 с.
129. Троцько В., Чернозубкін І. Досвід використання системи дистанційного навчання в умовах воєнного стану. *Вчені записки Університету «КРОК»*. 2023. №2(70). С. 100–105.
130. Український державний університет імені Михайла Драгоманова. Система дистанційного навчання УДУ. URL: <https://dle.udu.edu.ua/> (дата звернення: 13.03.2025).
131. Умрик М. А. Система проектування цифрового освітнього середовища підготовки майбутніх учителів інформатики в епоху штучного інтелекту : дис.

... д-ра пед. наук : 13.00.10 – Інформаційно-комунікаційні технології в освіті. Київ, 2026. 487 с.

132. Університет Григорія Сковороди в Переяславі. *Офіційний сайт Університету Григорія Сковороди в Переяславі*. URL: <https://uhsp.edu.ua/>. (дата звернення: 13.03.2025).

133. Хоружа Л. Л. Етична компетентність учителя: теорія і практика: монографія. Київ: Преса України, 2003. 320 с.

134. Цифрова трансформація відкритих освітніх середовищ: колективна монографія / за ред. В.Ю. Бикова, О. П. Пінчук. Київ: Ямчинський О. В., 2019. 186 с.

135. Шевчук Б. В. Теорія і практика проєктування віртуального освітнього середовища інформатичної підготовки майбутніх педагогів професійного навчання: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.10 – Інформаційно-комунікаційні технології в освіті. Київ, 2026. 608 с.

136. Шищенко І. В., Харченко І. І. Теоретичні аспекти цифрової трансформації професійної підготовки майбутніх фахівців. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: Педагогіка. Соціальна робота*. 2021. № 49. С. 241–244.

137. Ярема І. Теоретико-методологічні основи поняття «цифрова комунікація». *Вісник Книжкової палати*. 2022. № 2 (307). С. 47–52.

138. Advanced Distributed Learning Initiative. (2020). What is SCORM?. URL: <https://www.adlnet.gov/what-is-scorm/>

139. Americans with Disabilities Act of 1990 (ADA) // U.S. Congress. URL: <https://www.congress.gov/bill/101st-congress/house-bill/2270/text>. (дата звернення: 13.03.2025).

140. BigBlueButton. URL: <https://bigbluebutton.org/>. (дата звернення: 13.03.2025).

141. Brynjolfsson E., McAfee A. *The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies*. New York: W. W. Norton & Company, 2014. 306 p.

142. Castells M. *The Rise of the Network Society. The Information Age: Economy, Society and Culture*. Vol. 1. Oxford: Blackwell Publishers, 1996. 556 p.

143. Cisco WebEx [Електронний ресурс]. URL: <https://www.webex.com/> (дата звернення: 13.03.2025).
144. Common Education Data Standards (CEDS).(2023). *Стандарти освітніх даних*. Національний центр освітньої статистики США (NCES). URL: <https://ceds.ed.gov>
145. Coursera. URL: <https://www.coursera.org/> (дата звернення: 13.03.2025).
146. Cybersecurity Information Sharing Act (CISA) of 2015 // U.S. Congress. URL: <https://www.congress.gov/bill/113th-congress/house-bill/1731/text>. (дата звернення: 13.03.2025).
147. Digitalization. *Cambridge Dictionary*. URL: <https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/digitalization>. (дата звернення: 13.03.2025).
148. Drucker P. F. The Age of Discontinuity: Guidelines to Our Changing Society. New York: Harper & Row, 1969. 402 p.
149. Edmodo. URL: <https://www.edmodo.com/> (дата звернення: 13.03.2025).
150. IEEE 802.11. (2020). *Стандарт для бездротових локальних мереж (Wi-Fi)*. IEEE Standards Association. URL: <https://standards.ieee.org>. (дата звернення: 13.03.2025).
151. EN 301 549. (2019). *Вимоги до доступності інформаційно-комунікаційних продуктів та послуг для людей з обмеженими можливостями*. Європейський комітет зі стандартизації (CEN). URL: <https://www.etsi.org>. (дата звернення: 13.03.2025).
152. EN ISO 9001:2015. (2015). *Системи управління якістю. Вимоги*. Міжнародна організація зі стандартизації (ISO). URL: <https://www.iso.org>. (дата звернення: 13.03.2025).
153. Erasmus+: програма Європейського Союзу з підтримки освіти, навчання, молоді та спорту на період 2014–2020 // Офіційний сайт Європейської Комісії. URL: <https://ec.europa.eu/programmes/erasmus-plus/>. (дата звернення: 13.03.2025).

154. EUDigitalStrategy.2021. URL: <https://eufordigital.eu/discover-eu/eu-digital-strategy/> (дата звернення: 13.03.2025).
155. Every Student Succeeds Act (ESSA).URL:<https://www.ed.gov/laws-and-policy/laws-preschool-grade-12-education/every-student-succeeds-act-essa#:~:text=ESSA%20Highlights&text=The%20law%3A,succeed%20in%20college%20and%20careers.> (дата звернення: 13.03.2025).
156. Family Educational Rights and Privacy Act (FERPA). (1974). *Закон про освітні права та конфіденційність сімей*. МіністерствоосвітиСША. URL: <https://www2.ed.gov>. (дата звернення: 13.03.2025).
157. Federal Information Security Modernization Act.URL:<https://www.cisa.gov/topics/cyber-threats-and-advisories/federal-information-security-modernization-act> (дата звернення: 13.03.2025).
158. Global Initiative on Digital Skills URL: <https://www.globaldigitalskills.org/>. (дата звернення: 13.03.2025).
159. Global Initiative on Digital Skills URL: <https://www.globaldigitalskills.org/>. (дата звернення: 13.03.2025).
160. Google Classroom. URL: <https://classroom.google.com/> (дата звернення: 13.03.2025).
161. Google Meet. URL: <https://meet.google.com/> (дата звернення: 13.03.2025).
162. Health Insurance Portability and Accountability Act of 1996 (HIPAA) // U.S. Congress. URL: <https://www.congress.gov/bill/104th-congress/house-bill/3103/text>. (дата звернення: 13.03.2025).
163. Horizon Europe: програма Європейського Союзу з досліджень та інновацій на період 2021–2027 // Офіційний сайт Європейської Комісії. URL: <https://ec.europa.eu/info/funding-tenders/opportunities/portal/screen/home>. (дата звернення: 13.03.2025).
164. IEEE 802 – стандарти для локальних і мережних систем. (2023). IEEE Standards Association. URL: <https://standards.ieee.org/ieee/802/> (дата звернення: 13.03.2025).

165. IEEE 802.3.(2020). *Стандарт для Ethernet*. IEEE Standards Association.URL: <https://standards.ieee.org>. (дата звернення: 13.03.2025).
166. IEEE Standards Association.(2023). About IEEE Standards. URL: <https://standards.ieee.org/> (дата звернення: 13.03.2025).
167. IMS Global Learning Consortium. LTI Fundamentals FAQ [Електронний ресурс]. URL: <https://www.imsglobal.org/lti-fundamentals-faq> (дата звернення: 13.03.2025).
168. IMS Global Learning Consortium.(2021). Learning Tools Interoperability (LTI). URL: <https://www.imsglobal.org/activity/learning-tools-interoperability>. (дата звернення: 13.03.2025).
169. Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) [Електронний ресурс]. URL: <https://www.ieee.org/> (дата звернення: 13.03.2025).
170. International Organization for Standardization (ISO) [Електронний ресурс]. URL: <https://www.iso.org/> (дата звернення: 13.03.2025).
171. International Organization for Standardization.(2023). About ISO.URL: <https://www.iso.org/about-us.html>. (дата звернення: 13.03.2025).
172. International Telecommunication Union. Digital and Digital Transformation Strategy Terminology. Module 2: Developing a Digital Transformation Strategy for Cities. Geneva: ITU, 2022. URL: <https://toolkit-dt4c.itu.int/wp-content/uploads/2022/08/NEW-R1-Module-02-on-Developing-a-Digital-Transformation-Strategy-for-Cities.pdf> (дата звернення: 21.08.2024).
173. ISO/IEC 12207:2017. (2017). *Інформаційні технології. Процеси життєвого циклу програмного забезпечення*. Міжнародна організація зі стандартизації (ISO). URL: <https://www.iso.org> (дата звернення: 13.03.2025).
174. ISO/IEC 20000-1:2018. (2018). *Інформаційні технології. Управління послугами. Частина 1: Вимоги до системи управління ІТ-послугами*. Міжнародна організація зі стандартизації (ISO). URL: <https://www.iso.org>. (дата звернення: 13.03.2025).

175. ISO/IEC 27001:2013. (2013). *Інформаційні технології. Методи забезпечення безпеки. Системи управління інформаційною безпекою. Вимоги*. Міжнародна організація зі стандартизації (ISO). URL: <https://www.iso.org>. (дата звернення: 13.03.2025).
176. ISO/IEC 27001:2022. *Інформаційні технології. Методи захисту. Системи управління інформаційною безпекою. Вимоги*. [Чинний від 2022-10-25]. Женева: Міжнародна організація зі стандартизації, 2022. 30 с.
177. ISO/IEC 27018:2019. (2019). *Інформаційні технології. Методи забезпечення безпеки. Кодекс практики для захисту персональних даних у хмарних сервісах*. Міжнародна організація зі стандартизації (ISO). URL: <https://www.iso.org>. (дата звернення: 13.03.2025).
178. Khan Academy. URL: <https://www.khanacademy.org/> (дата звернення: 13.03.2025).
179. Legner C., Eymann T., Hess T., Matt C., Böhm T., Drews P., Mädche A., Urbach N., Ahlemann F. Digitalization: Opportunity and Challenge for the Business and Information Systems Engineering Community. *Business & Information Systems Engineering*. 2017. Vol. 59. P. 301–308.
180. LTI.(2023). *Learning Tools Interoperability*. IMS Global Learning Consortium. URL: <https://www.imsglobal.org>. (дата звернення: 13.03.2025).
181. Machlup F. *The Production and Distribution of Knowledge in the United States*. Princeton: Princeton University Press, 1962. 416 p.
182. Maza I., Conde M. Á., García-Peñalvo F. J. Extending MOOC platforms using LTI: Application in software engineering courses. In: *Proceedings of the International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM)*. Salamanca, Spain: ACM, 2016. C. 1027-1032.
183. Merriam–Webster Dictionary. *Digitalize*. URL: <https://www.merriam-webster.com/dictionary/digitalize>. (дата звернення: 13.03.2025).
184. Microsoft 365. URL: <https://www.microsoft.com/uk-ua/microsoft-365> (дата звернення: 13.03.2025).

185. Microsoft Teams. URL: <https://www.microsoft.com/uk-ua/microsoft-teams/group-chat-software> (дата звернення: 13.03.2025).
186. Moodle. URL: <https://moodle.org/>. (дата звернення: 13.03.2025).
187. Negroponte N. Being Digital. New York: Alfred A. Knopf, 1995. 243 p.; Tapscott D. The Digital Economy: Promise and Peril in the Age of Networked Intelligence. New York: McGraw-Hill, 1995. 342 p.
188. Organisation for Economic Co-operation and Development. Going Digital: Shaping Policies, Improving Lives. Paris: OECD Publishing, 2019. URL: <https://doi.org/10.1787/9789264312012-en> (дата звернення: 21.08.2024).
189. P21 Framework Definitions // Partnership for 21st Century Learning. URL: <https://www.p21.org/our-work/p21-framework>. (дата звернення: 13.03.2025).
190. Pluralsight. URL: <https://www.pluralsight.com/> (дата звернення: 13.03.2025).
191. SCORM vs LTI: Understanding the Differences. (2023). eLearning Industry. URL: <https://elearningindustry.com/scorm-vs-lti-understanding-the-differences>. (дата звернення: 13.03.2025).
192. SCORM Explained. SCORM.com. URL: <https://scorm.com/scorm-explained/> (дата звернення: 13.03.2025).
193. Telecommunications Act of 1996. U.S. Congress. URL: <https://www.congress.gov/bill/104th-congress/house-bill/1555/text>. (дата звернення: 13.03.2025).
194. Udemy. URL: <https://www.udemy.com/> (дата звернення: 13.03.2025).
195. UNESCO. Global Education Monitoring Report 2023: Technology in Education: A Tool on Whose Terms. Paris: UNESCO, 2023. URL: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000385723> (дата звернення: 21.08.2026).
196. Virtual Learning Environment. URL: <https://www.jisc.ac.uk/guides/virtual-learning-environments> (дата звернення: 13.03.2025).
197. Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1 // World Wide Web Consortium (W3C). URL: <https://www.w3.org/TR/WCAG21/>. (дата звернення: 13.03.2025.)

198. Zoom Video Communications, Inc. URL: <https://zoom.us/> (дата звернення: 13.03.2025).

РОЗДІЛ 2.

ПРАКТИКА ТА МЕТОДИКА ВПРОВАДЖЕННЯ ЗАСОБІВ ЦИФРОВІЗАЦІЇ У ПРОФЕСІЙНІЙ ОСВІТІ ПЕДАГОГІЧНИХ ПРАЦІВНИКІВ ДЛЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ СФЕРИ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ

2.1 Структурно-організаційний та функціональний аналіз специфіки сфери телекомунікацій для практичної релізації підходів та принципів цифровізації професійної підготовки майбутніх фахівців у ЗВО

Встановлено роль сфери телекомунікацій у суспільному розвитку – забезпечення надійної, безперервної, високошвидкісної, масштабованої та захищеної електронної комунікації шляхом розвитку сучасної мережевої інфраструктури, упровадження новітніх цифрових і мережевих технологій, підвищення якості електронних комунікаційних послуг та забезпечення адаптивності мереж до зростаючих обсягів інформаційного обміну, що відповідає технологічним потребам суспільства, економіки, держави, підприємств та окремих користувачів.

Відповідно до положень Закону України «Про електронні комунікації» від 16 грудня 2020 р. № 1089-IX, сфера телекомунікацій у сучасному розумінні охоплює сукупність технологічних, організаційно-технічних та інформаційно-комунікаційних процесів, пов'язаних із проектуванням, розгортанням, конфігурацією, експлуатацією, моніторингом, діагностуванням, модернізацією та забезпеченням безперервного функціонування електронних комунікаційних мереж і систем, а її технологічну основу становлять мобільні, фіксовані, безпроводові, оптичні, супутникові та конвергентні мережі, функціонування яких забезпечується із застосуванням IP-технологій, широкосмугового доступу, технологій 5G/IMT-2020 (5G – Fifth Generation – п'яте покоління мобільного зв'язку; IMT-2020 – International Mobile Telecommunications-2020 – міжнародні мобільні телекомунікації 2020), хмарних і периферійних обчислень, Інтернету

речей (IoT), програмно-конфігурованих мереж (з англ. – Software-Defined Networking, SDN), віртуалізації мережевих функцій (з англ. – Network Functions Virtualization, NFV), а також сучасних засобів мережевої аналітики, автоматизації та кібербезпеки. Функціональне призначення сфери телекомунікацій полягає у забезпеченні передавання та приймання інформації незалежно від її типу або виду у вигляді електромагнітних сигналів, наданні електронних комунікаційних послуг, забезпеченні необхідної пропускну здатності, якості обслуговування, надійності, доступності та безпеки мережевої інфраструктури [18].

Таким чином, сучасна сфера телекомунікацій являє собою технологічно динамічну систему, у якій традиційні засоби електронних комунікацій інтегруються з програмними, хмарними, віртуалізованими та інтелектуальними технологіями, що зумовлює трансформацію змісту професійної діяльності та відповідні зміни у професійній підготовці майбутніх фахівців сфери телекомунікацій.

Виокремлено пріоритетні завдання сфери телекомунікацій, які полягають у необхідності: забезпечення доступності електронних комунікаційних послуг для різних категорій користувачів і територій; розширення мережевого покриття та цифрової доступності, зокрема шляхом розвитку широкосмугового, мобільного, безпроводового та оптичного доступу; підвищення ефективності використання мережевих ресурсів відповідно до обсягів інформаційного трафіку та динаміки користувацького навантаження; забезпечення безперервності та стійкості електронних комунікацій в умовах технічних відмов, перевантажень, аварійних ситуацій та інших зовнішніх впливів; підвищення якості та надійності електронних комунікаційних послуг шляхом контролю ключових показників функціонування мереж; забезпечення кіберстійкості телекомунікаційної інфраструктури та протидії сучасним кіберзагрозам; інтеграції різних типів мереж і технологій для формування конвергентної телекомунікаційної інфраструктури; впровадження нових поколінь мобільних і мережевих технологій, зокрема 5G/IMT-2020, Інтернету речей (IoT), програмно-

конфігурованих мереж (SDN), віртуалізації мережевих функцій (NFV), хмарних і периферійних обчислень; автоматизації мережевого управління та експлуатаційних процесів із використанням програмних засобів, мережевої аналітики та інтелектуальних технологій; забезпечення інтероперабельності та технологічної сумісності мережевого обладнання, програмних компонентів, платформ і сервісів; раціонального використання енергетичних, обчислювальних і мережевих ресурсів та підвищення енергоефективності телекомунікаційної інфраструктури; адаптації телекомунікаційної інфраструктури до зростання обсягів цифрового трафіку, поширення хмарних сервісів, IoT та інших цифрових послуг; використання мережевої аналітики та прогнозування для обґрунтування технологічних рішень; забезпечення технологічної готовності телекомунікаційної інфраструктури до подальшої цифрової трансформації та впровадження перспективних комунікаційних технологій [18].

Виокремлено **значення телекомунікацій у забезпеченні цифрової взаємодії**, що проявляється у створенні технологічних передумов (сукупності технічних, мережевих та інформаційно-комунікаційних можливостей) для безперервної комунікації (постійного обміну цифровою інформацією та забезпечення доступу до електронних комунікаційних сервісів) між суб'єктами економічної та суспільної діяльності (підприємствами, організаціями, державними установами, закладами освіти, науковими й медичними установами, громадянами та іншими користувачами цифрових послуг); забезпеченні доступності цифрових ресурсів (інформаційних, програмних, обчислювальних і мережевих ресурсів, доступних у цифровому середовищі), сервісів (електронних послуг і функціональних цифрових рішень, що надаються користувачам через електронні комунікаційні мережі) і платформ (цифрових програмно-технологічних середовищ для взаємодії користувачів, інформаційних систем та цифрових сервісів) незалежно від місця розташування користувача; скороченні часових і просторових обмежень інформаційного обміну (забезпеченні оперативного передавання цифрових даних між територіально розподіленими користувачами, пристроями

та інформаційними системами незалежно від їхнього фізичного розташування); забезпеченні взаємодії людини, цифрових пристроїв (комп'ютерів, смартфонів, сенсорних, мережеских та IoT-пристроїв), інформаційних систем (програмно-технічних комплексів для збирання, передавання, оброблення, зберігання та використання цифрових даних) та автоматизованих комплексів (взаємопов'язаних технічних і програмних засобів, що забезпечують автоматизоване виконання технологічних та управлінських процесів); підтримці функціонування розподілених цифрових екосистем (взаємопов'язаних сукупностей територіально розподілених цифрових платформ, інформаційних систем, пристроїв, мережеских ресурсів і користувачів) та цифрових сервісів (електронних послуг і програмно-технологічних рішень, що надаються з використанням цифрових мереж); забезпеченні масштабування цифрової діяльності (збільшення мережеских, обчислювальних та інформаційних можливостей відповідно до зростання цифрового навантаження) відповідно до зростання обсягів інформаційних потоків (сукупності цифрових даних, що передаються між користувачами, пристроями, інформаційними системами та цифровими платформами) і кількості підключених пристроїв, зокрема пристроїв Інтернету речей (з англ. – Internet of Things, IoT); створенні інфраструктурних передумов для автоматизації та інтелектуалізації економічних і суспільних процесів; забезпеченні надійності, доступності та кіберстійкості цифрового середовища (сукупності цифрових технологій, електронних комунікаційних мереж, інформаційних систем, платформ, сервісів і ресурсів, що забезпечують створення, передавання, оброблення, зберігання та використання цифрової інформації).

Конкретизовано семантичні ознаки функціоналу сфери телекомунікацій, а саме :

– проектування телекомунікаційних систем і мереж – розроблення архітектури, топології та технічних рішень електронних комунікаційних мереж (фіксованих, мобільних, безпроводових, оптичних, супутникових та конвергентних), їх мереж доступу, транспортних і магістральних сегментів з

урахуванням призначення мережі, територіального охоплення, прогнозованого навантаження, вимог до пропускної здатності, масштабованості, надійності, доступності та якості електронних комунікаційних послуг [36];

– конфігурація та адміністрування мережевого обладнання – налаштування, введення в експлуатацію та адміністрування маршрутизаторів, комутаторів, серверів, точок безпроводового доступу, шлюзів, контролерів та інших компонентів мережевої інфраструктури; конфігурування IP-адресації, віртуальних локальних мереж (з англ. – Virtual Local Area Network, VLAN), протоколів маршрутизації, параметрів якості обслуговування (з англ. – Quality of Service, QoS), політик доступу та мережевої безпеки; централізоване й віддалене керування мережевими ресурсами із застосуванням систем мережевого менеджменту, програмно-конфігурованих мереж (з англ. – Software-Defined Networking, SDN), віртуалізації мережевих функцій (з англ. – Network Functions Virtualization, NFV), програмних інтерфейсів (з англ. – Application Programming Interface, API), моделей конфігурації та засобів автоматизованого розгортання й оновлення мережевих компонентів; забезпечення узгодженості конфігурацій, масштабованості, відмовостійкості та оперативного реагування на зміни стану мережі [35];

– передавання та маршрутизація цифрових даних – забезпечення передавання інформаційних потоків між кінцевими пристроями, мережевими сегментами (окремими логічно або фізично виокремленими частинами телекомунікаційної мережі), центрами оброблення даних (спеціалізованими технологічними комплексами для централізованого розміщення, зберігання, оброблення та передавання цифрових даних), хмарними та периферійними сервісними платформами; визначення, вибір і динамічне коригування оптимальних маршрутів передавання пакетів із застосуванням протоколів IP-маршрутизації (з англ. – Internet Protocol) та програмно-конфігурованого управління мережею; балансування та пріоритизація мережевого трафіку, управління потоками даних, контроль перевантажень і використання мережевих ресурсів, забезпечення необхідних параметрів пропускної здатності, затримки,

вtrat пакетів, доступності та якості обслуговування (з англ. – Quality of Service, QoS), а також підтримка надійності та безперервності передавання даних [35];

– моніторинг і діагностування функціонального стану мереж – систематичне та безперервне спостереження за технічним станом мережевого обладнання (маршрутизаторів, комутаторів, шлюзів, точок безпроводового доступу та серверних компонентів), каналів зв'язку (фізичних або логічних середовищ передавання даних, зокрема оптичних, кабельних, радіоканалів та безпроводових каналів) і мережевих ресурсів із використанням засобів мережевої телеметрії (автоматизованого збору, передавання та аналітичного опрацювання операційних і технічних даних про стан, навантаження, продуктивність та функціонування мережевої інфраструктури в реальному або наближеному до реального часу), централізованих систем моніторингу та автоматизованого збору даних; контроль параметрів мережевого трафіку, пропускної здатності, затримки, вtrat пакетів, навантаження, доступності та інших показників якості функціонування мереж; виявлення аномалій і відхилень від заданих параметрів, автоматизоване виявлення та локалізація несправностей, аналіз причин мережевих збоїв, прогнозування потенційних відмов і формування даних для оперативного відновлення та оптимізації функціонування телекомунікаційної інфраструктури [36];

– управління мережевими ресурсами та трафіком – динамічний розподіл і раціональне використання пропускної здатності, каналів передавання, обчислювальних, сховищних і мережевих ресурсів відповідно до поточного навантаження, характеристик трафіку та потреб користувачів; балансування інформаційних потоків між мережевими сегментами й ресурсами, пріоритизація трафіку та диференційоване визначення черговості й умов передавання мережевих потоків залежно від їх типу, критичності, вимог до затримки, пропускної здатності та якості обслуговування (з англ. – Quality of Service, QoS); управління перевантаженнями та запобігання деградації мережевих характеристик; застосування програмно-конфігурованого управління (з англ. – Software-Defined Networking, SDN), віртуалізації мережевих функцій (з англ. –

Network Functions Virtualization, NFV), механізмів оркестрації, хмарних і периферійних обчислень для автоматизованого масштабування та оптимізації використання мережевої інфраструктури [35; 40];

– забезпечення якості телекомунікаційних послуг – забезпечення та підтримка встановленого рівня якості електронних комунікаційних послуг відповідно до визначених технічних і сервісних вимог; контроль доступності, надійності, пропускної здатності, затримки, варіації затримки (джитеру), втрат пакетів, стабільності та безперервності з'єднання; систематичне вимірювання, тестування, оцінювання й моніторинг показників якості обслуговування (з англ. – Quality of Service, QoS) та якості сприйняття послуг користувачем (з англ. – Quality of Experience, QoE), виявлення невідповідностей установленим параметрам і оперативне коригування конфігурації та режимів функціонування мережі [42];

– кіберзахист інформаційної та мережевої інфраструктури – виявлення, оцінювання та нейтралізація кіберзагроз, ідентифікація вразливостей мережевих компонентів, систем і сервісів, застосування механізмів автентифікації, авторизації та контролю доступу, захист інформаційних потоків і мережевих ресурсів від несанкціонованого доступу, втручання, перехоплення, модифікації або порушення доступності; забезпечення конфіденційності, цілісності, доступності та автентичності даних, моніторинг подій інформаційної безпеки, своєчасне виявлення та локалізація кіберінцидентів, відновлення функціонування мережевих ресурсів і підвищення стійкості електронних комунікаційних мереж до кіберзагроз [34];

– автоматизація мережевих операцій – автоматизоване виконання процедур конфігурації, моніторингу, діагностування, оновлення та оптимізації мережевих компонентів, розподілу ресурсів і реагування на мережеві події із застосуванням програмних засобів, програмно-конфігурованих мереж, віртуалізації мережевих функцій, систем управління та оркестрації мережевих ресурсів; автоматизація підготовки й розгортання мережевих конфігурацій, масштабування ресурсів відповідно до поточного навантаження, виявлення та усунення типових

несправностей, а також підтримання узгодженого функціонування розподіленої мережевої інфраструктури [43];

– аналіз і візуалізація мережевих даних – збір, структурування, зберігання та аналітичне опрацювання даних про функціонування телекомунікаційних мереж (інформації щодо мережевого трафіку, навантаження, пропускної здатності, затримки, втрат пакетів, доступності мережевих ресурсів, якості з'єднань і технічного стану мережевого обладнання); використання засобів мережевої телеметрії, аналітичних платформ, цифрових інформаційних панелей, графіків, діаграм та інших засобів візуального представлення даних для оперативного виявлення аномалій, відхилень і тенденцій, оцінювання функціонального стану мережевої інфраструктури, прогнозування її змін та інформаційної підтримки прийняття обґрунтованих технологічних рішень [29];

– модернізація та технологічний розвиток телекомунікаційної інфраструктури – системне оновлення апаратних і програмних компонентів електронних комунікаційних мереж, розширення їх функціональних і сервісних можливостей, удосконалення мережевої архітектури та інтеграція нових технологічних рішень, зокрема хмарних і периферійних обчислень, програмно-конфігурованих мереж, віртуалізації мережевих функцій, технологій Інтернету речей та мереж мобільного зв'язку поколінь 5G і наступних поколінь; підвищення пропускної здатності, масштабованості, надійності, доступності, енергоефективності та кіберстійкості мережевої інфраструктури, а також забезпечення її технологічної готовності до впровадження нових послуг, сервісів і моделей організації електронних комунікацій [34; 40].

Окреслено місце сфери телекомунікацій у структурі сучасної тенденції цифровізації економіки, що визначається її роллю як базової технологічної та інфраструктурної основи цифрової трансформації суспільства, функціонування економічних секторів, державного управління та соціальної сфери.

Телекомунікаційна інфраструктура забезпечує передавання, обмін, оброблення та доступ до цифрових даних, функціонування мережевих сервісів і платформ, а також безперервну електронну взаємодію між суб'єктами

економічної діяльності, державними установами та користувачами, зокрема у таких галузях:

- промислового виробництва – забезпечує функціонування промислових телекомунікаційних мереж, автоматизованих систем управління технологічними процесами (з англ. – Industrial Control Systems, ICS), промислового Інтернету речей (з англ. – Industrial Internet of Things, IIoT), технологій машинно-машинної взаємодії (з англ. – Machine-to-Machine, M2M), периферійних обчислень (з англ. – Edge Computing), систем дистанційного моніторингу та діагностування обладнання, а також передавання й оброблення технологічних даних у режимі, наближеному до реального часу;

- фінансів і банківської діяльності – забезпечує захищене передавання цифрових даних, функціонування електронних платіжних систем, дистанційного банківського обслуговування, мобільних фінансових сервісів та цифрових транзакцій, підтримуючи взаємодію мобільних і фіксованих мереж, хмарних сервісів та цифрових платформ, а також застосування технологій безконтактного передавання даних (з англ. – Near Field Communication, NFC) і програмних інтерфейсів (з англ. – Application Programming Interface, API), що потребують високого рівня доступності, надійності, конфіденційності та кібербезпеки телекомунікаційної інфраструктури;

- освіти і науки – створює мережеву основу для цифрової взаємодії учасників освітнього й наукового процесів, дистанційного та змішаного навчання, функціонування систем управління навчанням (з англ. – Learning Management Systems, LMS), освітніх і наукових платформ, віртуальних лабораторій, цифрових бібліотек, хмарних сервісів (з англ. – Cloud Computing) та систем віддаленого доступу до інформаційних ресурсів; забезпечує використання широкосмугового доступу до мережі Інтернет, безпроводових технологій (з англ. – Wireless Technologies), мобільних мереж п'ятого покоління (5G/IMT-2020), відеоконференційних сервісів і технологій периферійних обчислень (з англ. – Edge Computing) для організації синхронної та асинхронної

цифрової взаємодії, передавання мультимедійного контенту та доступу до розподілених освітніх і наукових ресурсів;

- охорони здоров'я – забезпечує функціонування телемедичних сервісів, дистанційне передавання медичних даних, електронну інформаційну взаємодію між закладами охорони здоров'я, доступ до цифрових медичних систем і сервісів, а також оперативний обмін інформацією між медичними працівниками та пацієнтами із застосуванням широкосмугових, мобільних і безпроводових мереж, хмарних технологій (з англ. – Cloud Computing), технологій Інтернету речей (з англ. – *Internet of Things, IoT*) та засобів захищеного передавання даних;

- транспорту та логістики – забезпечує цифрову основу навігації, моніторингу транспортних засобів, передавання телеметричних даних у реальному часі, функціонування інтелектуальних транспортних систем (з англ. – *Intelligent Transport Systems, ITS*), систем керування транспортними потоками, автоматизованого контролю транспортної інфраструктури та цифрової координації логістичних процесів; застосування мобільних мереж 5G/IMT-2020, супутникових систем позиціонування, Інтернету речей (з англ. – *Internet of Things, IoT*) та периферійних обчислень (з англ. – *Edge Computing*) забезпечує оперативне передавання й оброблення даних про рух, місцезнаходження та технічний стан транспортних засобів;

- державного управління та належного врядування – забезпечує електронну взаємодію органів державної влади, органів місцевого самоврядування, підприємств і громадян, функціонування цифрових державних сервісів, систем електронного документообігу, державних інформаційних систем, платформ електронної взаємодії та захищеного передавання службової й персоналізованої інформації; підтримує функціонування державних цифрових платформ, хмарних сервісів, захищених каналів електронних комунікацій та систем ідентифікації й автентифікації користувачів;

- бізнесу та сервісних послуг – забезпечує корпоративні цифрові комунікації, функціонування хмарних і мережевих сервісів, віддалену взаємодію працівників і партнерів, цифрове обслуговування клієнтів, роботу

інформаційних систем підприємств, електронну комерцію та інтеграцію цифрових платформ і сервісів; використання широкосмугових, мобільних і безпроводових мереж, хмарних обчислень (з англ. – Cloud Computing), програмно-конфігурованих мереж (з англ. – Software-Defined Networking, SDN) та технологій Інтернету речей (з англ. – Internet of Things, IoT) забезпечує масштабованість, доступність і оперативність цифрової взаємодії суб'єктів бізнесу та користувачів.

Отже, сфера телекомунікацій формує технологічну та інфраструктурну основу цифрової взаємодії, забезпечує передавання, обмін і доступ до інформації, функціонування цифрових сервісів, платформ та інформаційних систем, а також інтеграцію цифрових ресурсів і технологій у різних галузях економіки та суспільного життя. Її функціонування створює передумови для цифрової трансформації виробничих, фінансових, освітніх, медичних, транспортних, управлінських і бізнес-процесів, підвищення їх оперативності, доступності, надійності та технологічної ефективності [48].

Сфера телекомунікацій формує технологічну та інфраструктурну основу цифрової трансформації суспільства, забезпечує оперативний обмін інформацією, функціонування електронних комунікаційних мереж і цифрових сервісів, розвиток Інтернет-послуг, автоматизацію виробничих та управлінських процесів, а також інтеграцію інтелектуальних і мережевих технологій у різні сфери економічної та суспільної діяльності [32].

За даними Державної служби статистики України, економічну діяльність у сфері телекомунікацій в Україні систематизовано відповідно до КВЕД-2010 (ДК 009:2010) переважно в секції J «Інформація та телекомунікації», розділі 61 «Телекомунікації (електрозв'язок)». До основних видів економічної діяльності цього розділу належать: 61.10 «Діяльність у сфері проводового електрозв'язку»; 61.20 «Діяльність у сфері безпроводового електрозв'язку»; 61.30 «Діяльність у сфері супутникового електрозв'язку»; 61.90 «Інша діяльність у сфері електрозв'язку» [8]. Водночас функціонування сучасної телекомунікаційної сфери перебуває у тісному взаємозв'язку із суміжними видами економічної

діяльності, представленими в розділі 62 «Комп'ютерне програмування, консультування та пов'язана з ними діяльність», зокрема класами 62.01 «Комп'ютерне програмування»; 62.02 «Консультування з питань інформатизації»; 62.03 «Діяльність із керування комп'ютерним устаткуванням»; 62.09 «Інша діяльність у сфері інформаційних технологій і комп'ютерних систем», а також у розділі 63 «Надання інформаційних послуг», зокрема класах 63.11 «Оброблення даних, розміщення інформації на вебвузлах і пов'язана з ними діяльність» та 63.12 «Вебпортали» [8].

Уточнено **класифікаційні ознаки та види телекомунікаційних мереж** за технологічним способом організації зв'язку, середовищем передавання, масштабом і функціональним призначенням, до яких віднесено [33]:

- фіксовані мережі (з англ. – Fixed Networks) – електронні комунікаційні мережі з фізично організованим підключенням кінцевих користувачів, зокрема волоконно-оптичні мережі (з англ. – Fiber-Optic Networks), Ethernet-мережі (технології локального мережевого передавання даних) та xDSL-мережі (з англ. – Digital Subscriber Line – цифрова абонентська лінія), призначені для забезпечення стабільного та високошвидкісного передавання цифрових даних;

- мобільні мережі (з англ. – Mobile Networks) – електронні комунікаційні мережі стільникового зв'язку, зокрема мережі поколінь 4G (з англ. – Fourth Generation) та 5G (з англ. – Fifth Generation), що забезпечують мобільний доступ користувачів до голосових, мультимедійних і цифрових сервісів, а також високошвидкісне передавання даних у режимі, наближеному до реального часу;

- безпроводові мережі (з англ. – Wireless Networks) – електронні комунікаційні мережі, у яких передавання цифрових даних здійснюється без фізичного кабельного з'єднання між кінцевими пристроями та мережевою інфраструктурою, зокрема мережі Wi-Fi (технологія безпроводового доступу до мережі), радіомережі та інші технології безпроводового передавання даних;

- супутникові мережі (з англ. – Satellite Networks) – електронні комунікаційні мережі, у яких передавання інформації здійснюється із використанням штучних супутників Землі та наземної супутникової

інфраструктури, що забезпечують цифрову комунікацію на значних територіях, зокрема у віддалених і важкодоступних районах;

- локальні та корпоративні мережі (з англ. – Local Area Networks, LAN; Enterprise Networks) – мережі обмеженого територіального масштабу, призначені для взаємодії комп'ютерів, серверів, мережевого обладнання та користувацьких пристроїв у межах підприємств, установ, організацій або окремих об'єктів; локальні мережі (LAN) об'єднують пристрої в межах обмеженої території, тоді як корпоративні мережі забезпечують інформаційну взаємодію та доступ до ресурсів у межах організації;

- мережі доступу (з англ. – Access Networks) – сегменти електронних комунікаційних мереж, що забезпечують підключення кінцевих користувачів і пристроїв до транспортної та магістральної інфраструктури; за технологією доступу вони можуть бути реалізовані на основі волоконно-оптичних технологій доступу до приміщення або визначеної точки мережі (з англ. – Fiber to the Home/Fiber to the x, FTTH/FTTx), цифрової абонентської лінії (з англ. – Digital Subscriber Line, DSL), мобільних технологій 4G та 5G, Wi-Fi та інших технологій безпроводового зв'язку;

- транспортні та магістральні мережі (з англ. – Transport and Backbone Networks) – високопродуктивні сегменти електронної комунікаційної інфраструктури, призначені для передавання значних обсягів цифрового трафіку між мережами доступу, центрами оброблення даних, регіональними та іншими мережевими вузлами; транспортні мережі (з англ. – Transport Networks) забезпечують передавання та агрегацію інформаційних потоків між окремими сегментами мережевої інфраструктури, а магістральні мережі (з англ. – Backbone Networks) формують високошвидкісну основу для передавання значних обсягів даних між великими мережевими сегментами, регіонами, операторами та іншими ключовими мережевими вузлами;

- мережі Інтернету речей – мережі взаємопов'язаних фізичних пристроїв, сенсорів, контролерів, виконавчих механізмів та інформаційних систем, оснащених засобами ідентифікації, збору, передавання й оброблення даних, що

забезпечують автоматизовану взаємодію між підключеними об'єктами, мережевою інфраструктурою та цифровими платформами; використовуються для дистанційного моніторингу, автоматизованого управління, збору та аналітичного опрацювання даних про стан фізичних об'єктів і перебіг технологічних процесів [33].

Конкретизовано **ІКТ**, що забезпечують функціонування, управління та технологічний розвиток сучасної телекомунікаційної інфраструктури, до яких віднесено:

– мережеві технології – сукупність технологічних рішень і протоколів, що забезпечують передавання та організацію інформаційного обміну в електронних комунікаційних мережах, зокрема маршрутизацію (визначення та вибір оптимального шляху передавання пакетів даних між мережевими вузлами), комутацію (вибір і встановлення шляху передавання даних між мережевими пристроями та кінцевими вузлами), адресацію (присвоєння та використання мережевих адрес для ідентифікації пристроїв і визначення напрямку передавання даних), агрегацію (об'єднання інформаційних потоків або мережевих з'єднань для ефективнішого використання пропускної здатності), балансування та розподіл мережевого трафіку (керування напрямками та інтенсивністю інформаційних потоків відповідно до доступних мережевих ресурсів); забезпечують взаємодію мережевих пристроїв, окремих сегментів мережі та кінцевих користувачів, ефективне використання пропускної здатності, зменшення перевантажень і підтримання необхідних параметрів якості передавання даних [15];

– технології мобільного зв'язку (з англ. – Mobile Communication Technologies) – сукупність технологічних рішень для організації стільникового зв'язку та мобільного передавання цифрових даних, зокрема технології поколінь 4G (з англ. – Fourth Generation – четверте покоління) та 5G (з англ. – Fifth Generation – п'яте покоління), що забезпечують мобільний доступ до голосових, мультимедійних та цифрових сервісів, високошвидкісне передавання даних, підтримку великої кількості підключених пристроїв і функціонування сервісів із

підвищеними вимогами до затримки та надійності з'єднання [3];

- волоконно-оптичні та широкосмугові технології доступу (з англ. – Fiber-Optic and Broadband Access Technologies) – технології організації високошвидкісного фіксованого доступу до електронних комунікаційних мереж, зокрема FTTH/FTTx (з англ. – Fiber to the Home/Fiber to the x – волоконно-оптичний доступ до приміщення або визначеної точки мережі), Ethernet та xDSL (з англ. – Digital Subscriber Line – цифрова абонентська лінія), що забезпечують передавання значних обсягів цифрових даних, підключення кінцевих користувачів та доступ до електронних комунікаційних послуг [5];

- хмарні технології (з англ. – Cloud Technologies) – технології віддаленого надання та використання обчислювальних, мережевих, програмних і сховищних ресурсів через мережеву інфраструктуру, що забезпечують динамічне масштабування (збільшення або зменшення обсягу доступних ресурсів відповідно до поточного навантаження), віддалене управління ресурсами, розподіл обчислювальних потужностей та інтеграцію цифрових сервісів [52];

- технології периферійних обчислень (з англ. – Edge Computing) – технології розміщення обчислювальних і аналітичних ресурсів поблизу джерел формування або споживання даних, що забезпечують скорочення затримки передавання інформації, зменшення навантаження на транспортні мережі, оперативне оброблення даних та підтримку сервісів, функціонування яких потребує швидкого реагування [22];

- технології віртуалізації (з англ. – Virtualization Technologies) – технології створення та управління віртуальними серверами, мережами, сховищами та іншими програмно визначеними ресурсами, що забезпечують абстрагування програмних компонентів від фізичного обладнання, раціональне використання обчислювальних ресурсів, гнучке розгортання та масштабування мережевої інфраструктури [16];

- програмно-конфігуровані мережі (з англ. – Software-Defined Networking, SDN) – технології програмного управління мережевою інфраструктурою, за яких функції управління та передавання даних логічно розмежовуються, що

забезпечує централізоване або логічно централізоване керування мережевими ресурсами, автоматизацію конфігурації, динамічне управління потоками даних та оперативне реагування на зміни стану мережі [26];

- технології віртуалізації мережевих функцій (з англ. – Network Functions Virtualization, NFV) – технології реалізації мережевих функцій у вигляді програмних компонентів на віртуалізованих обчислювальних ресурсах, що дають змогу замінювати спеціалізовані апаратні мережеві пристрої програмними реалізаціями, динамічно розгортати та масштабувати мережеві функції [52];

- технології Інтернету речей – технології мережевої взаємодії фізичних пристроїв, сенсорів, контролерів, виконавчих механізмів та інформаційних систем, що забезпечують їх ідентифікацію, автоматизоване збирання, передавання та оброблення даних, дистанційний моніторинг стану об'єктів і автоматизоване управління технологічними процесами [41].

- технології штучного інтелекту та машинного навчання (з англ. – Artificial Intelligence and Machine Learning, AI/ML) – технології інтелектуального опрацювання мережевих даних, що забезпечують виявлення аномалій, класифікацію мережевих подій, прогнозування навантаження і відмов, визначення потенційних мережевих загроз, оптимізацію розподілу ресурсів та підтримку автоматизованого прийняття рішень щодо управління телекомунікаційною інфраструктурою [23];

- технології кібербезпеки (з англ. – Cybersecurity Technologies) – технології захисту електронних комунікаційних мереж, інформаційних систем та цифрових ресурсів від кіберзагроз, що охоплюють шифрування (перетворення даних у захищену форму для запобігання несанкціонованому доступу), автентифікацію (перевірку достовірності користувача, пристрою або мережевого компонента), авторизацію (визначення дозволених прав доступу), контроль доступу, виявлення та локалізацію кіберінцидентів, моніторинг подій інформаційної безпеки та відновлення функціонування захищених ресурсів [49];

- технології мережевої аналітики та телеметрії (з англ. – Network Analytics and Telemetry Technologies) – технології автоматизованого збирання,

структурування, передавання, оброблення, аналізу та візуалізації даних про функціонування телекомунікаційних мереж, зокрема інформації про мережевий трафік, навантаження, пропускну здатність, затримку, втрати пакетів, доступність ресурсів, якість з'єднань і технічний стан мережевого обладнання; забезпечують виявлення аномалій, прогнозування змін стану мережі, оцінювання її продуктивності та підтримку прийняття технологічних рішень [11].

Здійснено **систематизацію засобів IT-забезпечення** сфери телекомунікацій як інтегрованого комплексу систем, платформ, програмних засобів і технологічних інструментів, що забезпечують проєктування, моделювання, конфігурування, експлуатацію, моніторинг, діагностування, управління, захист та оптимізацію функціонування телекомунікаційної інфраструктури, до якого віднесено:

- системи мережевого управління та моніторингу (з англ. – Network Management and Monitoring Systems, NMS) – програмно-технічні засоби централізованого або розподіленого моніторингу стану електронних комунікаційних мереж, мережевого обладнання та ресурсів, що забезпечують збирання інформації про параметри функціонування мережі, виявлення несправностей, оцінювання її продуктивності та інформаційну підтримку управління мережею [27].

- мережеві симулятори та емулятори (з англ. – Network Simulators and Emulators) – програмні засоби моделювання телекомунікаційних мереж, мережевих топологій і сценаріїв функціонування, призначені для дослідження поведінки мережевих компонентів, тестування протоколів, конфігурацій і технологічних рішень, а також відпрацювання мережевих сценаріїв без безпосереднього втручання у функціонування продуктивної мережі [31].

- системи аналізу мережевого трафіку (з англ. – Network Traffic Analysis Systems) – програмні засоби збирання, фільтрації, класифікації, структуризації, візуалізації та аналітичного опрацювання даних про мережевий трафік (інформаційні потоки, що передаються між мережевими пристроями,

сегментами та кінцевими користувачами), призначені для визначення обсягів і структури трафіку, його типів, навантаження на мережеві ресурси та інших характеристик функціонування мережі [44].

– хмарні платформи (з англ. – Cloud Platforms) – цифрові платформи, що забезпечують віддалений доступ до обчислювальних, мережевих, програмних і сховищних ресурсів (ресурсів для зберігання цифрових даних), їх динамічний розподіл та масштабування відповідно до поточного навантаження, а також інтеграцію хмарних ресурсів із телекомунікаційною інфраструктурою [53].

– системи віртуалізації (з англ. – Virtualization Systems) – програмні засоби створення, конфігурування та управління віртуальними обчислювальними, мережевими та сховищними ресурсами (логічно ізольованими програмними середовищами, функціонування яких не потребує окремого фізичного обладнання), що забезпечують ефективніше використання апаратних ресурсів, гнучке розгортання цифрових сервісів та масштабування телекомунікаційної інфраструктури [51].

– системи програмно-конфігурованого управління мережами (з англ. – Software-Defined Networking Systems, SDN Systems) – програмні засоби централізованого або логічно централізованого управління мережевими ресурсами, що забезпечують програмне керування конфігураціями, потоками даних і параметрами мережевих пристроїв, автоматизацію мережевих операцій та динамічне реагування на зміни стану мережі [24].

– системи кібербезпеки (з англ. – Cybersecurity Systems) – комплекс програмних і програмно-апаратних засобів захисту мережевої та інформаційної інфраструктури від кіберзагроз, що забезпечують моніторинг мережевої активності, виявлення та аналіз загроз, автентифікацію (перевірку достовірності користувача, пристрою або мережевого компонента), авторизацію (визначення дозволених прав доступу), контроль доступу, захист інформаційних потоків, виявлення кіберінцидентів та реагування на них [17].

– аналітичні платформи (з англ. – Analytics Platforms) – програмні середовища для централізованого збирання, інтеграції, структуризації,

оброблення та аналітичного опрацювання мережевих даних, зокрема інформації про трафік, навантаження, продуктивність, доступність, затримки та технічний стан мережевої інфраструктури, призначені для виявлення закономірностей і аномалій, прогнозування змін стану мережі та інформаційної підтримки прийняття технологічних рішень [9].

– технології штучного інтелекту та машинного навчання (з англ. – Artificial Intelligence and Machine Learning Technologies, AI/ML) – програмні та аналітичні засоби інтелектуального опрацювання мережевих даних, що забезпечують автоматизоване виявлення аномалій і закономірностей, прогнозування мережевого навантаження та потенційних відмов, оптимізацію параметрів функціонування мережі, автоматизоване прийняття або підтримку технологічних рішень та інтелектуальне управління телекомунікаційною інфраструктурою [23].

Отже, інформаційно-технологічне забезпечення сфери телекомунікацій орієнтовано на підтримку усіх етапів життєвого циклу електронних комунікаційних мереж – від проектування, моделювання та розгортання до експлуатації, моніторингу, діагностування, оптимізації, кіберзахисту, модернізації та технологічного розвитку; автоматизацію управління мережевими ресурсами і процесами; підвищення надійності, доступності, продуктивності, масштабованості та кіберстійкості телекомунікаційної інфраструктури; інтеграцію хмарних, периферійних, віртуалізованих, програмно-конфігурованих та інтелектуальних технологій; створення технологічних передумов для стабільного функціонування цифрових сервісів, ефективного використання мережевих ресурсів та забезпечення безперервної цифрової взаємодії.

Розкрито *функціонал сфери телекомунікацій* як сукупність взаємопов'язаних, організаційно-технологічних та управлінських процесів, спрямованих на забезпечення ефективного функціонування електронних комунікаційних мереж і надання електронних комунікаційних послуг, а саме щодо:

– планування та проектування мереж – визначення архітектури (зокрема,

архітектури мереж п'ятого покоління, хмарних і програмно-конфігурованих мереж), топології (зіркоподібної, кільцевої, деревоподібної та сітчастої), технічних характеристик і параметрів мережевої інфраструктури з урахуванням прогнозованих обсягів інформаційного обміну, вимог до пропускну здатності, надійності, доступності та масштабованості;

– організації передавання цифрової інформації – забезпечення формування, передавання, приймання та оброблення цифрових потоків між мережевими вузлами (маршрутизаторами, комутаторами та мережевими шлюзами), кінцевими пристроями (комп'ютерами, смартфонами, планшетами, сенсорами та пристроями Інтернету речей), інформаційними системами (системами управління ресурсами підприємства (з англ. – Enterprise Resource Planning, ERP), системами управління взаємовідносинами з клієнтами (з англ. – Customer Relationship Management, CRM), електронними медичними системами (з англ. – Electronic Health Record, EHR) та державними інформаційними системами (з англ. – Government Information Systems, GIS)) та цифровими сервісами (хмарними сервісами, потоковими мультимедійними сервісами, платформами електронної комерції та державними цифровими послугами);

– конфігурації мережевого обладнання – налаштування параметрів маршрутизаторів (визначення та спрямування маршрутів передавання даних), комутаторів, точок доступу, серверів файлових, веб-, серверів баз даних, DNS-серверів (серверів системи доменних імен, з англ. – Domain Name System) та DHCP-серверів протоколу динамічної конфігурації хостів, з англ. – Dynamic Host Configuration Protocol) та інших мережевих компонентів (мережевих шлюзів, брандмауерів, модемів, повторювачів і мережевих адаптерів) відповідно до визначеної архітектури, політик управління та вимог до функціонування мережі;

– моніторингу функціонування мереж – безперервне або періодичне спостереження за станом мережевого обладнання, каналів зв'язку, мережевих ресурсів і параметрів передавання даних, зокрема пропускну здатністю, затримкою, рівнем завантаження та доступністю, втратами пакетів (часткою пакетів даних, які не досягли пункту призначення), помилками передавання,

станом мережових з'єднань та іншими показниками якості функціонування мережі;

- діагностування та усунення технічних несправностей – виявлення, локалізація та аналіз відмов мережевого обладнання (зокрема маршрутизаторів, комутаторів, точок доступу, серверів, мережових шлюзів і брандмауерів), порушень функціонування каналів зв'язку, збоїв конфігурації (помилки або невідповідностей у налаштуванні мережових пристроїв, протоколів і параметрів їхньої взаємодії) та інших технічних проблем із подальшим відновленням працездатності мережі (усуненням виявлених несправностей і поверненням мережових компонентів до штатного режиму функціонування);

- управління якістю телекомунікаційних послуг – забезпечення та підтримання встановлених показників якості електронних комунікаційних послуг, зокрема під час надання мобільного доступу до мережі Інтернет, голосового зв'язку через IP-мережі (з англ. – Voice over Internet Protocol, VoIP), відеоконференцій, потокового передавання мультимедійного контенту та хмарних сервісів, з урахуванням вимог до швидкості передавання даних, затримки, доступності, надійності, стабільності з'єднання та втрат пакетів;

- забезпечення кібербезпеки – захист мережевої інфраструктури, інформаційних потоків, обладнання та цифрових ресурсів від несанкціонованого доступу, кібератак, шкідливого програмного впливу та інших кіберзагроз, а також виявлення і реагування на кіберінциденти із застосуванням міжмережових екранів (з англ. -Firewall), систем виявлення та запобігання вторгненням (з англ. – Intrusion Detection and Prevention Systems, IDS/IPS), систем управління подіями та інформацією безпеки (з англ. – Security Information and Event Management, SIEM), засобів шифрування, багатофакторної автентифікації та контролю доступу;

- автоматизації мережових операцій – застосування програмних засобів для автоматизованого конфігурування, моніторингу, управління мережевими ресурсами, розподілу трафіку та реагування на зміни параметрів функціонування мережі, зокрема із використанням програмно-конфігурованих мереж (з англ. –

Software-Defined Networking, SDN), автоматизованого управління мережевою інфраструктурою (з англ. – Network Automation), програмних інтерфейсів взаємодії (з англ. – Application Programming Interface, API) та засобів оркестрації мережевих ресурсів;

– аналітичного опрацювання мережевих даних – збирання, структурування, оброблення та інтерпретація інформації про функціонування мережі, зокрема даних про мережевий трафік, навантаження, затримки, втрати пакетів, пропускну здатність і стан мережевого обладнання, для виявлення закономірностей та аномалій, прогнозування навантаження і потенційних відмов, оцінювання продуктивності мережі та підтримки прийняття управлінських і технологічних рішень із використанням мережевої телеметрії (з англ. – Network Telemetry), аналітики великих даних (з англ. – Big Data Analytics) та технологій штучного інтелекту;

– модернізації та масштабування телекомунікаційної інфраструктури – оновлення мережевого обладнання, технологій і програмних компонентів, розширення мережевих ресурсів та адаптація інфраструктури до зростання обсягів інформаційного обміну, кількості підключених пристроїв і нових вимог до електронних комунікаційних послуг, зокрема шляхом упровадження мереж п'ятого покоління (5G), волоконно-оптичних технологій доступу (з англ. – Fiber to the Home, FTTH; Fiber to the x, FTTx), хмарних і периферійних обчислень (з англ. – Cloud Computing; Edge Computing), віртуалізації мережевих функцій (з англ. – Network Functions Virtualization, NFV) та інших програмно визначених мережевих технологій.

Уточнено значення цифровізації професійної підготовки майбутніх фахівців сфери телекомунікацій як системного процесу інтеграції сучасних цифрових технологій (імерсивних технологій віртуальної, доповненої та змішаної реальності; цифрових лабораторій; 3D-візуалізації; цифрових двійників; штучного інтелекту; великих даних; цифрових екосистем; хмарних обчислень; Інтернету речей; кіберфізичних систем; цифрового моделювання та цифрових симуляцій), ресурсів цифровізації (цифрових курсів; електронних

підручників; інтерактивних навчальних матеріалів; цифрових кейсів; електронних портфоліо; цифрових тренажерів; цифрових лабораторій; систем тестування та засобів навчальної аналітики) і засобів електронної комунікації (цифрових освітніх платформ; систем управління навчанням; хмарних технологій; електронних ресурсів; цифрових бібліотек; засобів відеоконференцзв'язку; корпоративних комунікаційних сервісів; систем електронного документообігу та мобільних застосунків) у зміст професійної освіти (сукупність професійно орієнтованих знань, умінь, навичок, компетентностей і практичного досвіду, необхідних для професійної діяльності у сфері телекомунікацій), організацію освітнього процесу (планування, координацію та реалізацію навчальної, практичної, лабораторно-випробувальної та проєктної діяльності), методи навчання (організаційно-мотиваційні, інформаційно-когнітивні, проблемно-пошукові, проєктно-конструкторські та практико-орієнтовані), форми професійної підготовки (індивідуальну, групову, командну, лабораторну, практичну, проєктну, дистанційну та змішану), а також практичну спрямованість професійної освіти (орієнтацію навчальної діяльності на моделювання професійних ситуацій, виконання практичних і лабораторних завдань та розв'язання професійно орієнтованих проблем), що забезпечує оновлення цифрового освітнього середовища відповідно до сучасних технологічних вимог телекомунікаційної галузі;

- використання цифрових освітніх платформ (з англ. – Digital Educational Platforms), зокрема системи управління навчанням Moodle (з англ. – Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment), Google Classroom, Microsoft Teams, Google Workspace, Zoom, Cisco Webex та Google Meet, для організації освітньої взаємодії, доступу до навчальних матеріалів, виконання завдань, комунікації та контролю результатів навчання;

- застосування спеціалізованих професійних цифрових інструментів (з англ. – Specialized Professional Digital Tools), зокрема ChatGPT, Microsoft Copilot, Google Gemini, MATLAB Simulink, Cisco Packet Tracer, GNS3 (з англ. – Graphical

Network Simulator-3), EVE-NG (з англ. – Emulated Virtual Environment – Next Generation), Wireshark, Cisco Modeling Labs, CML (з англ. – Cisco Modeling Labs), Docker та GitHub, для моделювання професійних ситуацій, цифрового проєктування, програмно-конфігурованого управління, мережевого моделювання, аналізу мережевого трафіку, віртуалізації та формування практичних умінь майбутніх фахівців;

– використання інструментів створення імерсивного освітнього середовища (з англ. – Immersive Educational Environment Tools), зокрема Unity, Unreal Engine, Oculus Quest, HTC Vive, Microsoft HoloLens, ARCore, ARKit, CoSpaces Edu та Labster, для віртуального моделювання професійних об'єктів і процесів, проведення віртуальних експериментів, 3D-візуалізації телекомунікаційної інфраструктури та відпрацювання професійних дій у безпечному цифровому середовищі;

– застосування цифрових засобів для організації самостійної, командної та проєктної діяльності здобувачів освіти, що передбачає використання цифрових платформ, мережових середовищ спільної роботи, хмарних ресурсів і спеціалізованих програмних інструментів для виконання індивідуальних та групових професійно орієнтованих завдань;

– використання цифрових інструментів моніторингу, тестування та оцінювання результатів професійної підготовки (з англ. – Digital Tools for Monitoring, Testing and Assessment), зокрема Kahoot!, Quizizz, Mentimeter, Padlet, Nearpod, H5P (з англ. – *HTML5 Package*), LearningApps, Google Forms та Microsoft Forms, для поточного й підсумкового оцінювання, отримання зворотного зв'язку, моніторингу навчальної активності та визначення рівня сформованості професійних компетентностей;

– формування цифрової компетентності, інформаційно-комунікаційної компетентності та професійно-технологічної компетентності майбутніх фахівців сфери телекомунікацій, необхідних для проєктування, конфігурації, моделювання, моніторингу, адміністрування, діагностування, кіберзахисту та

технологічного розвитку сучасних електронних комунікаційних мереж.

Отже, сфера телекомунікацій становить інтегроване технологічне та інформаційно-комунікаційне середовище, функціонування якого ґрунтується на взаємодії мережевих, цифрових, програмних, хмарних, віртуальних та інтелектуальних технологій. Динамічний розвиток сфери телекомунікацій зумовлює необхідність модернізації професійної підготовки майбутніх фахівців, спрямованої на формування їх здатності взаємодіяти із сучасною телекомунікаційною інфраструктурою, застосовувати засоби цифровізації у професійних середовищах зайнятості, здійснювати системний аналіз, моніторинг, діагностування та оптимізацію мереж, забезпечувати їх кібербезпеку, а також адаптуватися до постійного оновлення технологій і професійних вимог галузі.

Обґрунтування практики та методики впровадження засобів цифровізації у професійній освіті педагогічних працівників для організації професійної підготовки майбутніх фахівців сфери телекомунікацій потребує методологічного виваженого застосування підходів та принципів вирішення педагогічної проблеми дослідження, зокрема: наукових розвідок теоретичного обґрунтування → організації процесу формування готовності педагогічних працівників до впровадження засобів цифровізації професійної підготовки майбутніх фахівців сфери телекомунікацій → практичної реалізації впровадження засобів цифровізації в системі неперервної освіти ЗВО.

Добір підходів і принципів дав змогу зреалізувати завдання дисертаційної роботи у підходах:

– *системного* (першого завдання – системний аналіз тезаурусу дослідження, взаємин категоріальних складових, дефінітивного складу тезаурусу; другого – системний аналіз освітньо-компонентної взаємодії організації процесу формування готовності педагогів, готовності майбутніх фахівців сфери телекомунікації, його релевантності; п'ятого – моделювання та проєктування структури функціональної Моделі, встановлення абрисів взаємин її підсистем у цілісній єдності системи неперервної освіти (як надавачів, так і

здобувачів освітніх послуг) у ЗВО);

– *аксіологічного* (першого завдання – виокремлення ціннісних орієнтирів цифрової модернізації професійної освіти, встановлення ціннісного змісту готовності педагогів та майбутніх фахівців сфери телекомунікації до впровадження засобів цифровізації у середовищах професійної зайнятості; третього – встановлення аксіологічного змісту функціонального призначення середовищ зайнятості та професійних цінностей готовності педагогів і майбутніх фахівців до реалізації стратегій цифровізації зі врахуванням практично-корисного досвіду надання освітніх послуг; четвертого – обґрунтування аксіологічно-мотиваційних критеріїв оцінювання рівнів сформованості готовності цільових категорій здобувачів, встановлення їх професійної мотивації у набутті цифрових цінностей для реалізації позитивної поведінкової мотивації для упровадження засобів цифровізації);

– *акмеологічного та студентоцентрованого* (першого завдання – обґрунтування актуальності необхідності набуття та професійного розвитку готовності цільових категорій здобувачів у формуванні ознак професіоналізму, цифрової майстерності та прагнення до самовдосконалення; четвертого – визначення критеріїв набуття та професійного розвитку готовності у неперервному навчанні та самоменеджменті; п'ятого – адаптація провадження функціональної Моделі до персональних потреб здобувачів освіти цільових категорій);

– *процесного* (другого завдання – вивчення цифрової модернізації професійної освіти засобами нормативно-правового та технічного регулювання як системи процесного менеджменту неперервності підготовки, зокрема процесу формування готовності майбутніх фахівців до реалізації стратегій цифровізації середовищ професійної зайнятості; третього – дослідження процесної організації впровадження засобів цифровізації у світовій та національній практиці професійної підготовки здобувачів освіти за цільовим призначенням телекомунікаційної сфери; п'ятого – реалізація та забезпечення ефективності впровадження та верифікації функціональної Моделі, забезпечення

відповідності вимогам технічного регулювання якості й безпеки організації процесу формування готовності до впровадження засобів цифровізації у професійне навчання цільових категорій здобувачів у системі неперервної освіти ЗВО);

– *практикорієнтованого та праксіологічного* (другого завдання – формулювання оціночних суджень щодо відповідності практики дослідження і організації професійної підготовки вимогам правового та технічного регулювання задоволення дуального феномену потреб соціального замовлення на професійну освіту педагогічних працівників та професійну підготовку майбутніх фахівців сфери телекомунікацій з готовностями до реалізації стратегій цифровізації у суспільній діяльності за призначенням; третього – визначення ефективності використання засобів цифровізації за обраними формами і методами організації практичного навчання – проєктного, проблемного, адаптивного, дуального, віртуального; п'ятого – забезпечення ефективності функціональної Моделі та релевантності програмних результатів навчання здобувачів освіти цільових категорій та результатів наукових досліджень);

– *компетентнісного* (першого завдання – забезпечення формально-логічного аналізу нормативно-правового базису для визначення змісту і структури професійної компетентності педагогів та майбутніх фахівців у абрисах готовності до впровадження засобів цифровізації з дотриманням вимог технічного регулювання; третього – встановлення класифікаційних ознак критеріального апарату оцінки сформованості професійних цифрових компетенцій майбутніх фахівців і ролі їх готовності до реалізації стратегій цифровізації середовищ зайнятості у формуванні кадрового потенціалу сфери телекомунікацій; п'ятого – визначення відповідності результатів професійної підготовки та результатів наукових досліджень компетентнісному контексту кваліфікаційних вимог працевлаштування кадрів у сфері телекомунікацій);

– *інтеграційного та цифрового* (третього завдання – комплексної аналітики архітектури, функціоналу та компаративістики практик впровадження засобів цифровізації (інформаційно-комунікаційних, педагогічних,

інноваційних, імерсивних технологій, інформаційно-комунікаційних та науково-метричних платформ, мереж телекомунікаційної сфери, їх програмного забезпечення) у неперервне навчання впродовж життя; п'ятого – цифровізації професійної освіти та практичного навчання у середовищах майбутнього професійної зайнятості);

– *дані-орієнтованого* (з англ. – Data-driven) (другого та третього завдання – банкінгу та масштабування систем технічного регулювання у виді суспільної діяльності та практики моніторингу її цифровізації);

– *інноваційного, екосистемного та безпекоорієнтованого* (першого-п'ятого завдань – інноваційного та безпекового контексту тезаурусу дослідження; архітектури функціоналу, компаративістики та праксіології вивчення практик і методик впровадження засобів цифровізації у професійне навчання різночинних категорій зацікавлених і достойних здобувачів освіти для задоволення потреб соціального замовлення у сферах освіти, науки й інноватики та інженерно-технологічної сфери; удосконалення параметральної метрики оцінювання –дотримання вимог сталості суспільного розвитку в умовах інтенсивної цифровізації (освітньо-наукової, телекомунікаційної галузей), професійної компетентності педагогічних кадрів нової формації та фахівців інженерно-виробничої та будівельної галузі знань).

Застосування методологічних підходів у практиці наукового пошуку врегульовано завдяки комплексу принципів:

– *дослідження* (науковості, системності, наступності та неперервності освіти; професійної спрямованості; інтеграції освіти, науки і виробництва; відкритості та міждисциплінарності; інноваційності);

– *організації освітнього процесу* (системності, наступності та неперервності, професійної спрямованості, практикоорієнтованості, індивідуалізації та адаптивності, академічної доброчесності),

– *практики впровадження засобів цифровізації* (цифрової трансформації освітнього середовища, функціональної інтеграції цифрових засобів, інноваційності, транспарентності, інформаційної безпеки та кіберстійкості,

результативності).

Встановлено, що принцип науковості визначає необхідність обґрунтування теоретичних положень, методологічних засад і практичних результатів педагогічного дослідження на основі науково достовірних даних, усталеного понятійно-категоріального апарату дослідження та адаптованого методичного інструментарію. У контексті педагогічного дослідження принцип науковості реалізується через дефінітивний, формально-логічний, структурно-організаційний, функціональний, компаративний і праксіологічний аналізи, моделювання, педагогічний експеримент та статистичне опрацювання результатів педагогічного експерименту, оскільки логіка відповідає завданням дослідження щодо теоретичного обґрунтування, розроблення та верифікації функціональної моделі практики впровадження засобів цифровізації у професійній освіті педагогічних працівників для організації професійної підготовки майбутніх фахівців сфери телекомунікацій у визначених організаційно-методичних та інформаційно-технологічних умовах забезпечення її ефективності.

Застосування принципу системності використано з метою аналізу впровадження засобів цифровізації не як сукупності окремих інформаційно-технологічних заходів, а як цілісної педагогічної системи, у якій взаємопов'язані цільові, методологічні, методично-організаційні, змістові, інформаційно-технологічні та метричні компоненти, оскільки системність забезпечує взаємоузгодженість та взаємобумовленість теоретичної і методичної професійної освіти педагогічних працівників і професійної підготовки майбутніх фахівців сфери телекомунікацій.

Завдяки принципу наступності та неперервності освіти здійснено орієнтацію педагогічного дослідження на забезпечення логічного упродовження та забезпечення взаємозв'язку етапів професійної підготовки та розвитку педагогічних працівників і майбутніх фахівців сфери телекомунікацій, оскільки розроблена функціональна модель практики впровадження засобів цифровізації у професійній освіті педагогічних працівників для організації професійної

підготовки майбутніх фахівців сфери телекомунікацій виокремлює комплекс засобів цифровізації не лише у контексті упровадження окремих освітніх компонентів чи практичної підготовки на рівні/ступені освіти, а забезпечує послідовне формування готовності здобувачів освіти до їх застосування у середовищах професійної зайнятості.

Принцип професійної спрямованості реалізовано через орієнтацію засобів цифровізації на професійний функціонал сфери телекомунікацій (через використання Cisco Packet Tracer, GNS3, EVE-NG, Wireshark, MATLAB Simulink та інших цифрового інструментарію), а також через організацію практичного навчання, курсового проєктування, лабораторної роботи та підготовки кваліфікаційних робіт.

Принцип інтеграції освіти, науки і виробництва передбачає подолання розбіжностей та невідповідностей умов організації освітнього процесу та наукової та професійно-виробничої діяльності; забезпечує синергію теорії і методики професійної освіти педагогічних працівників та професійної підготовки майбутніх фахівців сфери телекомунікацій, науково-дослідної діяльності та практичного освоєння технологій телекомунікаційної сфери. Особливо виразно цей принцип реалізовано через конструкт «Цифровий двійник», який інтегрує інструментальну мережу цифровізації навчання, освітні компоненти, методичний органайзер та цифровий двійник здобувача освіти.

Принцип відкритості та міждисциплінарності передбачає використання результатів міжгалузевих наукових знань і забезпечення транспарентного характеру цифрового освітнього середовища, оскільки міждисциплінарність забезпечує інтеграцію педагогічних, ІКТ, інноваційних та імерсивних технологій із телекомунікаційними платформами, мережевими симуляторами, цифровим моделюванням, хмарними сервісами, III тощо.

Принцип інноваційності передбачає упровадження сукупності педагогічних, ІКТ, інноваційних та імерсивних технологій при організації освітнього процесу в ЗВО не лише як технологічного інструментарію, а й орієнтиром удосконалення методики професійної підготовки майбутніх фахівців

сфери телекомунікацій, що передбачає використання конструкту «Цифровий двійник» зі ІІІ, цифрового моделювання та симуляцій, VR/AR/MR тощо.

Принцип організації освітнього процесу на засадах системності забезпечує цілісну єдність та узгодженість місії/візії, цілей та завдань освіти, змісту та структури методики та методів навчання, форм і цифрових засобів, діагностики та результатів навчання. Тому в запропонованій функціональній моделі практики впровадження засобів цифровізації у професійній освіті педагогічних працівників для організації професійної підготовки майбутніх фахівців сфери телекомунікацій підсистеми (методично-організаційна, змістова, інформаційно-технологічна та метрична) наскрізно розкривають системні взаємозв'язки організації освітнього процесу у визначених організаційно-методичних та інформаційно-технологічних умовах забезпечення її ефективності.

Принцип наступності та неперервності забезпечує послідовне нарощування академічного потенціалу сформованої готовності здобувачів освіти до впровадження засобів цифровізації у від засвоєння базових наукових знань і цифрових умінь до їх практичного застосування у професійних середовищах зайнятості як педагогічних працівників, так і майбутніх фахівців сфери телекомунікацій, що підтверджує зорієнтованість дослідження на систему неперервної освіти ЗВО та професійний розвиток фахівців упродовж життя.

Принцип професійної спрямованості освітнього процесу зорієнтовано на бінарності реалізації професійних завдань задля формування готовності у впровадження засобів цифровізації: для педагогічних працівників під час організації професійної освіти, а для майбутніх фахівців сфери телекомунікацій – використання їх у професійних середовищах зайнятості, на засадах якого і розроблено дворівневий критеріальний апарат діагностики сформованості рівня готовності педагогічних працівників до впровадження засобів цифровізації у професійну підготовку майбутніх фахівців сфери телекомунікацій з готовністю до забезпечення впровадження засобів цифровізації за функціональним призначенням середовищ зайнятості: для педагогічних працівників визначено аксіологічно-мотиваційний, комунікаційний та технологічний освітньо-

педагогічний критерій, а для фахівців сфери телекомунікацій — аксіологічно-мотиваційний, комунікаційний та технологічний теле-радіо-комунікаційний критерій.

Принцип практикоорієнтованості передбачає спрямування організації освітнього процесу професійної підготовки здобувачів освіти на формування здатностей та компетенцій упроваджувати набуті знання, уміння і навички при вирішенні проблемних і квазіпрофесійних ситуаціях під час практичного, лабораторного, проєктного, адаптивного і віртуального навчання з використанням цифрових тренажерів, лабораторій, симуляторів і професійного програмного забезпечення.

Принцип індивідуалізації та адаптивності передбачає врахування індивідуальних освітніх потреб здобувачів освіти різночинних категорій населення, їх рівня підготовленості, професійних інтересів і темпу опанування засобів цифровізації. У розробленій функціональній моделі практики впровадження засобів цифровізації у професійній освіті педагогічних працівників для організації професійної підготовки майбутніх фахівців сфери телекомунікацій принцип індивідуалізації та адаптивності реалізовано з метою адаптації освітнього процесу професійної підготовки здобувачів освіти на засадах інклюзивності та безбар'єрності неперервної освіти в ЗВО.

Принцип академічної доброчесності забезпечує етичність, достовірність і академічну та соціальну відповідальність усіх учасників освітнього процесу під час використання засобів цифровізації під час інтерпретації результатів наукової діяльності (академічна етика і доброчесність є однією з визначених організаційно-методичних та інформаційно-технологічних умов реалізації функціональної моделі практики впровадження засобів цифровізації у професійній освіті педагогічних працівників для організації професійної підготовки майбутніх фахівців сфери телекомунікацій).

Принцип цифрової трансформації освітнього середовища є одним з основним в контексті реалізації практики впровадження засобів цифровізації задля структурної модернізації та осучаснення освітнього середовища засобами

цифрових платформ, хмарних сервісів, цифрових лабораторій, симуляторів, мережеских середовищ, цифрових двійників.

Принцип функціональної інтеграції цифрових засобів передбачає їх добір і поєднання за функціональним призначенням через інтеграцію ІКТ, педагогічних, інноваційних та імерсивних технологій відповідно до конкретних освітніх і професійних завдань підготовки майбутніх педагогічних працівників і фахівців сфери телекомунікацій.

Принцип інноваційності у практиці впровадження засобів цифровізації розглядаємо як систематичне оновлення інформаційно-технологічного та методичного інструментарію організації освітнього процесу підготовки здобувачів освіти відповідно до оновлення вимог до функціонування сфери телекомунікацій.

Принцип транспарентності забезпечує відкритість, доступність і прозорість освітніх процесів, цифрових ресурсів, критеріїв оцінювання та результатів навчання. У цифровому освітньому середовищі це забезпечується використанням відкритих і мережеских платформ, електронних ресурсів, цифрових бібліотек, LMS, електронного портфоліо та засобів навчальної аналітики. Таким чином, здобувач має можливість бачити логіку освітнього процесу, доступні ресурси та результати власного професійного розвитку.

Принцип інформаційної безпеки та кіберстійкості є особливо вагомим для ефективності професійної підготовки фахівців сфери телекомунікацій, оскільки цифровізація освітнього та професійного середовища супроводжується ризиками порушення конфіденційності, цілісності та доступності інформації, тому впровадження засобів цифровізації має враховувати захист інформаційних ресурсів, безпеку цифрових платформ і мереж, формування культури кібербезпеки та здатності діяти в умовах кіберзагроз. Безпека цифрового середовища безпосередньо визначена серед одних з організаційно-методичних та інформаційно-технологічних умов ефективності функціональної моделі практики впровадження засобів цифровізації у професійній освіті педагогічних працівників для організації професійної підготовки майбутніх фахівців сфери

телекомунікацій.

Принцип результативності як заключний орієнтує практику упровадження засобів цифровізації не на кількісні характеристики використаних цифрових технологій, а на освітні та професійні результати, а саме – сформованість готовності педагогічних працівників і майбутніх фахівців телекомунікацій до впровадження засобів цифровізації у професійну підготовку майбутніх фахівців сфери телекомунікацій з готовністю до забезпечення впровадження засобів цифровізації за функціональним призначенням середовищ зайнятості.

Здійснено контент-аналіз педагогічного дослідження сфери телекомунікацій, у результаті якого визначено його як систематизований понятійно-термінологічний базис, що відображає сукупність взаємопов'язаних понять і термінів та їх змістові, функціональні, технологічні, професійні й семантичні взаємозв'язки. Уточнено структуру тезаурусу, до якої віднесено поняття, що характеризують телекомунікаційні системи й електронні комунікаційні мережі, сучасні мережеві та цифрові технології, інформаційно-технологічне забезпечення, функціонал і професійну діяльність у сфері телекомунікацій, а також професійну підготовку майбутніх фахівців та її цифровізацію.

2.2 Практики організації впровадження засобів цифровізації у професійній освіті педагогічних працівників для організації професійної підготовки майбутніх фахівців сфери телекомунікацій

Наріжним в умовах воєнного стану та повоєнного відновлення держави постає конкурентоспроможність випускників ЗВО, яка обумовлює рівень сформованості готовності до професійної діяльності в сфері телекомунікацій, здатність майбутніх фахівців працювати із сучасними засобами цифровізації, приймати обґрунтовані технологічні рішення та оперативно адаптуватися до технологічних змін. Стратегія цифрової трансформації освіти ЄС – План дій щодо цифрової освіти (з англ. – Digital Education Action Plan 2021–2027), Рамки цифрової компетентності – громадян (з англ. – DigComp) та педагогів (з англ. –

DigCompEdu), Рекомендації ЮНЕСКО щодо використання цифрових технологій у навчанні, державна політика цифрової трансформації України визначають цифровізацію освіти як запоруку модернізації професійної підготовки кадрів (рис.2.1).

У результаті компаративного аналізу освітніх програм європейських ЗВО здійснено конкретизацію специфіки їх професійного призначення для забезпечення розбудови сфери телекомунікацій за диференціацією об'єктів, змісту та функціональних завдань професійної діяльності майбутніх фахівців сфери телекомунікацій, а саме виокремлено: телекомунікаційну інженерію (з англ. – Telecommunication Engineering) як інтегрований інженерний напрям проєктування та управління телекомунікаційними системами; інженерію телекомунікаційних мереж (з англ. – Telecommunication Networks Engineering) як напрям проєктування, розгортання, моніторингу, оптимізації та захисту мережевої інфраструктури; телекомунікаційні системи (з англ. – Telecommunications Systems) як підготовку до проєктування та експлуатації систем генерування, передавання, приймання й оброблення інформаційних сигналів; інженерію систем зв'язку (з англ. – Communications Engineering) як напрям розроблення сучасних технологій комунікації, мережевих і бездротових систем; телематичну інженерію (з англ. – Telematics Engineering) як конвергентний напрям, що поєднує телекомунікації, комп'ютерні мережі, програмування, Інтернет та мережеві сервіси; інженерію електронних систем (з англ. – Electronic Systems Engineering) як апаратно-інженерний напрям проєктування електронних, вбудованих та цифрових систем; інженерію інформаційно-комунікаційних систем як інтегративний напрям поєднання інформаційних технологій, мережевої інфраструктури, даних і цифрових сервісів; інженерію звуку та зображення (з англ. – Sound and Image Engineering) як напрям створення, цифрового оброблення, передавання та відтворення аудіовізуальної інформації.

Характерною особливістю освітньої програми «Телекомунікаційна інженерія» (з англ. – Telecommunication Engineering) Політехнічного

університету Мілана (з італ. – Politecnico di Milano) в Італії [65] є системно-інтегрований характер професійної підготовки майбутніх фахівців сфери

Інтеграція міжнародних рамок, національних стратегій та галузевих стандартів для підготовки конкурентоспроможних фахівців у сфері G5



Рис.2.1. Стратегічні напрями впровадження засобів цифровізації у професійній освіті педагогічних працівників для організації професійної підготовки майбутніх фахівців сфери телекомунікацій

телекомунікацій, яку орієнтовано на формування здатності майбутнього фахівця моделювати, проектувати, реалізовувати, оптимізувати та управляти складними телекомунікаційними системами. Зміст програми структуровано за чотирма взаємопов'язаними макронапрямами, а саме: оброблення сигналів, передавання інформаційних даних, управління телекомунікаційними мережами та прикладна електромагнетика, що забезпечує поєднання фундаментальної, теоретико-методологічної, технічної та практичної підготовки майбутніх фахівців. Зміст і структура освітньої програми додатково диференціюється за напрямками «Інженерія Інтернету» (з англ. – Internet Engineering), «Аналіз сигналів і даних» (з англ. – Signals and Data Analysis), «Мережі зв'язку та Інтернет» (з англ. – Communication Networks and Internet), «Цифрові та квантові комунікації» (з англ. – Digital and Quantum Communications), «Мікрохвилі та фотоніка» (з англ. – Microwaves and Photonics), що свідчить про її орієнтацію на синергію та трансфер технологій цифровізації згідно інноваційного та сталого розвитку сфери телекомунікацій.

Важливою характерною особливістю освітньої програми є інтеграція методологічної та прикладної складових професійної підготовки майбутніх фахівців, а також поєднання лабораторної й проєктної діяльності безпосередньо під час організації освітнього процесу, що забезпечує практикоорієнтованість професійної підготовки та формування здатності здоувачів освіти застосовувати теоретичні знання для розв'язання складних професійних завдань. Водночас міждисциплінарність освітньої програми проявляється у поєднанні інформаційних технологій, математичного апарату, оброблення сигналів, мережевих технологій, електроніки та прикладної електромагнетики.

Тож освітня програма «Телекомунікаційна інженерія» прикладом сучасної європейської моделі професійної підготовки телекомунікаційного інженера, у якій професійна компетентність формується на основі системного, компетентнісного, діяльнісного, інтеграційного, технологічного, цифрового та інноваційного підходів, а принциповою особливістю є поєднання фундаментальної інженерної підготовки з опануванням сучасних цифрових

технологій та практикою проєктування і реалізації складних інформаційно-комунікаційних систем.

Характерною особливістю освітньої програми «Телекомунікаційні системи» (з англ. – Telecommunications Systems) Політехнічного університету Каталонії (з англ. – Polytechnic University of Catalonia) [66] є міждисциплінарний характер професійної підготовки майбутніх фахівців сфери телекомунікацій, що спрямовано на формування їх здатності до концептуалізування, проєктування, реалізації та експлуатації телекомунікаційних систем, заснованих на генеруванні, передаванні, прийманні й обробленні електричних, акустичних та оптичних сигналів. Зміст освітньої програми інтегрує фундаментальну математичну, фізичну, електронну та комп'ютерну підготовку з опануванням цифрового оброблення сигналів, мережевої взаємодії, Інтернет-архітектур і протоколів, оптичних та бездротових комунікацій, радіочастотних систем і телекомунікаційної інфраструктури.

Суттєвою особливістю програми є практикоорієнтованість професійної підготовки майбутніх фахівців сфери телекомунікацій, що передбачає впровадження і реалізацію програмних та інженерних проєктів прикладного характеру, лабораторні заняття, виробничу практику обсягом 12 ЄКТС, виконання бакалаврської кваліфікаційної роботи обсягом 24 ЄКТС. Водночас вибіркова складова освітньої програми передбачає опанування та застосування на практиці технологій – ШІ, доповненої реальності, Big Data, IoT, кібербезпеки, квантові інформаційні технології, «Смарт-міста» (з англ. – smart cities), хмарні сервіси та цифрові платформи, що свідчить про змістово-технологічну цифровізацію професійної підготовки здобувачів освіти.

Отже, програма «Телекомунікаційні системи» репрезентує сучасну європейську модель підготовки телекомунікаційного інженера за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти, спираючись на системний, компетентнісний, діяльнісний, інтеграційний, технологічний, цифровий та інноваційний підходи, поєднує фундаментальну інженерну підготовку фахівця сфери телекомунікацій на основі сучасного технологічного змісту та

безпосереднього залучення здобувачів освіти до практичної професійної діяльності; характерною рисою є поступовий перехід від фундаментальних основ телекомунікацій до комплексного проєктування та експлуатації цифрових інформаційно-комунікаційних систем і сервісів.

Характерною особливістю освітньої програми «Телематична інженерія» (з англ. – Telematics Engineering) Політехнічного університету Каталонії (з англ. – Polytechnic University of Catalonia) [67] є мережево-сервісна спрямованість професійної підготовки майбутніх фахівців сфери телекомунікації, що орієнтовано на формування здатності здобувачів освіти концептуалізувати, проєктувати, реалізовувати та експлуатувати телематичні мережі, забезпечувати їх безпеку, організовувати передавання даних, функціонування протоколів, мережевих сервісів і застосунків. Зміст програми побудовано за принципом послідовного переходу від фундаментальної математичної, фізичної, електронної та комп'ютерної підготовки до спеціалізованих телематичних компетентностей і охоплює системи цифровізації й оброблення сигналів, мережеву взаємодію, Інтернет-архітектуру та протоколи, операційні системи, локальні, мережі доступу та міські мережі, мобільність, мережеве планування, транспортні мережі, мережеву безпеку, телекомунікаційну інфраструктуру, а також проєктування сервісів і застосунків.

Особливістю програми є виражена цифрова та інноваційна спрямованість, оскільки до вибіркової складової освітньої програми включено квантові інформаційні технології, ШІ і доповнену реальність, IoT, Big Data, кібербезпеку, технології розумних міст, бездротові комунікації, волоконно-оптичні сенсори, безпілотні та космічні систем що свідчить про трансформацію змісту телематичної підготовки відповідно до розвитку цифрової інфраструктури та поєднання телекомунікаційних, інформаційних і мережевих технологій.

Отже, освітня програма «Телематична інженерія» репрезентує сучасну європейську модель мережево-орієнтованої професійної підготовки майбутніх фахівців сфери телекомунікацій, у якій телекомунікаційна та інформаційна складові інтегруються у формуванні здатності проєктувати, реалізовувати,

управляти та забезпечувати інформаційну та кібер-безпеку цифрових мереж, сервісів й застосунків, а характерними ознаками є системність, компетентнісна та професійна спрямованість, практикоорієнтованість, міждисциплінарність, цифровізація змісту, інноваційність, інформаційна безпека та орієнтація на футуризм цифрових систем.

Компаративний аналіз освітньої програми «Інженерія електронних систем» (з англ. – Electronic Systems Engineering) Політехнічного університету Валенсії (з англ. – Valencia Polytechnic University) [68] є поглиблена апаратно-інженерна спрямованість професійної підготовки майбутніх фахівців телекомунікацій зі спрямуванням на розробку електронних продуктів, проектування друкованих плат, цифрових та «вбудованих» (з англ. – embedded) систем, цифрових систем на основі програмованих користувачем вентильних матриць (з англ. – Field-Programmable Gate Array), систем збору даних, електронної вимірювальної техніки та силових електронних систем. Програма обсягом 90 ЄКТС поєднує обов'язкову фундаментальну підготовку здобувачів освіти з двома спеціалізаційними напрямками (цифровими електронними системами та системами перетворення електричної енергії), що сприяє диференціації професійних траєкторій відповідно до технологічної специфіки електронної інженерії.

Зміст програми характеризується інтеграцією електроніки, програмування, цифрової обробки, «вбудованих» технологій, логіки програмування, систем реального часу, вимірювання та комп'ютерного моделювання. Важливою складовою є використання професійних програмних засобів для проектування та симуляції електронних схем і систем, а також формування здатності враховувати вимоги електромагнітної сумісності та виконувати тепловий аналіз електронних систем (з англ. – thermal analysis of electronic systems) задля встановлення у який спосіб температура та теплові процеси впливають на функціонування, надійність і довговічність електронної системи.

Практикоорієнтованість програми забезпечується доступом до спеціалізованих лабораторій, виконанням інженерних проєктів, професійними

семінарами за участю стейкхолдерів та виконанням магістерської роботи обсягом 12 ЄКТС, яка може реалізовуватися дуально у співпраці зі зацікавленими роботодавцями на підприємствах.

Особливе значення для підготовки фахівців має безпосередня орієнтація програми на вступників із телекомунікаційною інженерною підготовкою, що засвідчує її роль у формуванні апаратної складової професійної компетентності фахівця сфери телекомунікацій, що виокремлює апаратно-технологічний напрям європейської моделі професійної підготовки, доповнюючи мережеву, телематичну та системно-телекомунікаційну складові підготовки фахівців.

Здійснено компаративний аналіз освітньої програми «Інженерія телекомунікаційних систем, звуку та зображення» (з англ. – Bachelor's Degree in Telecommunications Systems, Sound and Image Engineering) Політехнічного університету Валенсії (з англ. – Technical University of Valencia) [69], що засвідчив інтеграційний характер телекомунікаційної та аудіовізуальної складових професійної підготовки майбутніх фахівців сфери телекомунікацій. Загальний обсяг програми 240 ЄКТС зорієнтовано на формування здатності проєктувати й експлуатувати системи кодування, передавання, приймання та цифрового оброблення інформації у формах аудіо-, відео- та медіа-даних, а також використання аудіовізуального обладнання та інфраструктури.

Зміст програми характеризується міждисциплінарністю та охоплює телекомунікаційні системи, цифрове оброблення сигналів, аудіо- та відеосистеми, акустику, мультимедійні технології, програмування, електроніку, організацію підприємств та економіку. Важливою складовою є проєктування приміщень і технічної інфраструктури для виробництва та запису аудіовізуального матеріалу, що розширює традиційний зміст телекомунікаційної інженерії просторово-технологічними та акустичними компетентностями.

Практикоорієнтованість програми реалізується через моделювання професійних ситуацій, лабораторну діяльність, проєктну підготовку та можливість проходження практики на підприємствах. Професійна спрямованість підтверджується тим, що програма забезпечує підготовку до

регульованої професії інженера технічних телекомунікацій, а також створює можливості продовження освіти за магістерськими програмами з телекомунікаційної інженерії, акустичної інженерії, цифрової постпродукції та комунікаційних систем і мереж і є прикладом інтегративно-мультимедійної моделі професійної підготовки фахівців сфери телекомунікацій з акцентом виключно на технічне передавання інформації на повний цикл її цифрового опрацювання (від кодування до передавання, приймання, оброблення та відтворення інформації різног формату).

Аналіз освітньої програми «Телекомунікаційна інженерія» (з англ. – Telecommunications Engineering) Севільського університету (з іспан. – University of Seville) в Іспанії [70] свідчить про її інтегрований характер, що поєднує фундаментальну інженерну освіту з диференціацією за чотирма професійними спеціалізаціями: «Телекомунікаційні системи» (з англ. – Telecommunications Systems), «Електронні системи» (з англ. – Electronic Systems), «Телематика» (з англ. – Telematics), «Звук і зображення» (з англ. – Sound and Image); має загальний обсяг 240 ЄКТС і забезпечує послідовне формування фундаментальних математичних, фізичних, комп'ютерних та електронних знань із подальшим практичним опануванням телекомунікаційних мереж, Інтернет, програмної інженерії, цифрового оброблення сигналів, оптичних і радіокомунікацій, електронних та мультимедійних систем. Зміст освітньої програми включає управління телекомунікаційними мережами, розширену архітектуру мереж, їх планування та моделювання, мережеву безпеку, проєктування баз даних, програмну інженерію, телематичні сервіси, цифрові електронні системи, електронну інструменталізацію та системи мультимедійної інформації.

Практикоорієнтованість програми реалізується через виробничу практику на підприємствах, проєктну діяльність у галузі телекомунікаційних, електронних, звукових та аудіовізуальних систем, а також виконання кваліфікаційної роботи. Міжнародна мобільність забезпечується мережею партнерських університетів більш ніж у 30 країнах/освітніх середовищах, що

розширює міжнародний професійний досвід здобувачів.

Отже, програма «Телекомунікаційна інженерія» представляє інтегративно-диференційовану модель професійної підготовки фахівців сфери телекомунікацій, а системний, компетентнісний, діяльнісний, інтеграційний, технологічний, цифровий та практикоорієнтований підходи реалізуються через поєднання фундаментальної інженерної підготовки, мережових, електронних, програмних і мультимедійних технологій та можливості обрання професійної спеціалізації, що засвідчує диференціацію професійних траєкторій відповідно до інтеграції телекомунікаційних, інформаційних, електронних та мультимедійних технологій.

Встановлено поетапну інтеграцію і взаємопроникнення телекомунікаційної, інформаційної, електронної та мультимедійної складових професійної підготовки майбутніх фахівців сфери телекомунікацій: від підготовки фахівця до роботи з окремими системами та мережами – до формування здатності проєктувати, інтегрувати, управляти й оптимізувати складні цифрові інформаційно-комунікаційні системи, проте спільним для виокремлених типів освітніх програм є поєднання фундаментальної інженерної підготовки з мережевими, програмними, цифровими та прикладними компетентностями, що актуалізує необхідність цифровізації професійної підготовки майбутніх фахівців сфери телекомунікацій.

Компаративний аналіз магістерської програми «Телекомунікаційна інженерія» (з англ. – Master of Science in Telecommunications Engineering) Техаського університету в Далласі (з англ. – The University of Texas at Dallas, UT Dallas) в США є інтегративна системно-мережева спрямованість професійної підготовки. Метою програми визначено поглиблену підготовку до професійної діяльності у сфері проєктування, програмування, теорії та застосування телекомунікаційних мереж. Її зміст охоплює цифрові комунікації, модуляцію та кодування, оброблення сигналів, безпроводові комунікації, мобільні обчислення, оптичні системи передавання та мережі, проєктування й оптимізацію мереж, телекомунікаційне програмне забезпечення, протоколи забезпечення якості

обслуговування, мережеву безпеку та високошвидкісні протоколи передавання даних.

Виразною особливістю змісту професійної підготовки є інтеграція телекомунікаційних, мережевих, інформаційних, оптичних та апаратно-програмних технологій. Основними напрямками концентрації визначено магістральні та безпроводові мережі, комунікації й оброблення сигналів, проєктування мереж і протоколів, вбудовані та реконфігуровані системи, оптичні й фотонні пристрої, матеріали та системи, а також відмовостійкі мережі передавання даних. Це засвідчує перехід від вузького трактування телекомунікацій як процесу передавання сигналу до системного розуміння телекомунікаційної інфраструктури як інтегрованого комплексу апаратних, програмних, мережевих і комунікаційних технологій.

Зміст програми демонструє посилення цифрової, мережевої та безпекової складових професійної компетентності фахівця. Поряд із теорією інформації, цифровими системами зв'язку та обробленням сигналів професійна підготовка передбачає опанування маршрутизації, багатоадресного передавання, керування потоками, мережевих протоколів та сучасних принципів функціонування телекомунікаційних мереж.

Отже, програма Telecommunications Engineering UT Dallas репрезентує інтегративну системно-мережеву модель професійної підготовки, в якій системний, компетентнісний, інтеграційний, міждисциплінарний, технологічний, цифровий, процесний і практикоорієнтований підходи реалізуються через конвергенцію цифрових комунікацій, комп'ютерних і безпроводових мереж, оптичних технологій, вбудованих систем, програмного забезпечення та мережевої безпеки.

Проблеми організації освітнього процесу в умовах воєнного стану в Україні, розвитку форм дистанційного навчання, забезпечення академічної мобільності учасників освітнього процесу, інтеграції відкритих освітніх ресурсів, віртуальних сервісів та інформаційно-телекомунікаційних платформ актуалізують обрану педагогічну розвідку. Засоби цифровізації уможливлюють

організацію складних телекомунікаційних процесів у віртуальному просторі, моделювання телекомунікаційних мереж функціонального призначення на рівнях, дослідження процесів маршрутизації, комутації, адміністрування, інформаційної безпеки цифрової інфраструктури, що суттєво масштабує можливості організації забезпечення практичного навчання майбутніх фахівців та наближає освітній процес до реальних умов середовищ професійної зайнятості за цільовим призначенням видів економічної діяльності.

Стратегічні напрями розвитку цифрового суспільства України, реалізація державної політики цифрової трансформації системи вищої освіти, інтеграція до Європейського простору освіти і науки, а також необхідність підготовки висококваліфікованих інженерних кадрів відповідно до міжнародних професійних стандартів актуалізують потребу модернізації системи професійної підготовки майбутніх фахівців сфери телекомунікацій. Пріоритетного значення набуває впровадження інноваційних цифрових засобів навчання, які забезпечують інтеграцію теоретичної та практичної складових професійної освіти, моделювання виробничих процесів, персоналізацію освітніх траєкторій і розвиток професійних компетентностей відповідно до сучасних потреб ринку праці.

Одним з таких аспектів є адаптація освітніх матеріалів до швидких змін у телекомунікаційній галузі. Важливо визначити ефективні методи оновлення та адаптації навчальних контентів відповідно до постійних технологічних інновацій у телекомунікаціях. Крім того, бракує систематичних досліджень, які б оцінювали довгостроковий вплив цифрових платформ на професійний розвиток фахівців. Це включає аналіз того, як використання цифрових платформ у процесі навчання впливає на кар'єрний ріст і професійний розвиток випускників у довгостроковій перспективі. Ще одним важливим аспектом є інтеграція цифрових платформ у традиційні освітні методики. Необхідно розробити моделі інтеграції цифрових платформ з існуючими освітніми методиками та системами оцінювання, щоб забезпечити гармонійне поєднання традиційних та сучасних підходів до освіти. Ці аспекти потребують глибшого

аналізу для розробки ефективних стратегій та рішень, які б забезпечили максимально ефективне використання цифрових платформ у підготовці фахівців з телекомунікації.

Встановлено, що цифрові платформи відіграють важливу роль у покращенні якості освіти фахівців з телекомунікацій. і забезпечують доступ до різноманітних освітніх ресурсів, які можна легко оновлювати та розширювати, що дозволяє студентам бути в курсі останніх технічних досягнень та тенденцій в галузі [2]. Однією з головних переваг цифрових платформ є їх здатність підтримувати інтерактивне навчання. За допомогою відеолекцій, онлайн-семінарів, вебінарів і віртуальних лабораторій студенти можуть отримувати практичні знання і навички, необхідні для роботи з сучасними телекомунікаційними технологіями. Також цифрові платформи дозволяють використовувати симулятори і моделюючі програми, що дає можливість студентам експериментувати з різними сценаріями і розвивати критичне мислення [1]. Ще одна перевага цифрових платформ полягає в їхній гнучкості. Студенти можуть навчатися в зручний для них час і в будь-якому місці, маючи доступ до інтернету. Це особливо важливо для фахівців, які вже працюють в галузі і бажають підвищити свою кваліфікацію без відриву від основної діяльності [2]. Цифрові платформи спричинили значні зміни у професійній освіті, змінивши умови для навчання та розвитку навичок. У сучасну епоху, коли технології проникають майже в усі аспекти життя, цифрові платформи стали незамінним інструментом для доступу до освіти та вдосконалення професійних компетенцій. Цифрові платформи включають широкий спектр онлайнсередовищ, від систем управління навчанням (LMS) до соціальних мереж, спеціалізованих освітніх веб-сайтів та інтерактивних додатків. Ці платформи функціонують як віртуальні центри, де користувачі можуть отримати доступ до великого масиву освітніх ресурсів, брати участь у колективних заходах і взаємодіяти з викладачами та однолітками з усього світу. Завдяки використанню технологій цифрові платформи дозволяють подолати обмеження традиційного освітнього середовища, пропонуючи можливості гнучкого навчання, доступного в будь-який час і будь-де [6]. Крім того, цифрові

платформи сприяють розвитку колаборативного навчання. Студенти можуть взаємодіяти один з одним і з викладачами через форуми, чати і спільні проекти, що стимулює обмін знаннями та досвідом. Такі можливості створюють сприятливе середовище для розвитку комунікативних навичок і командної роботи, які є важливими для успішної кар'єри в телекомунікаціях. Цифрові платформи мають значний вплив на якість освіти фахівців з телекомунікацій, забезпечуючи різноманітні можливості для навчання та розвитку професійних навичок.

Висновки до другого розділу

На основі структурно-організаційного і функціонального методів аналізу встановлено роль та функціональне призначення сфери телекомунікацій у суспільному розвитку щодо забезпечення якості електронної комунікації та наданні послуг технологічного обслуговування суспільних потреб економіки (видів економічної діяльності), державного устрою та належного врядування як в телекомунікаційній інфраструктурі, так і функціональних сферах її охоплення, галузях виробництва, підприємства та споживчих потреб користувачів.

Встановлено пріоритетні напрями розбудови телекомунікаційної сфери: транспарентність надання електронних комунікаційних послуг; масштабування мережевого покриття та цифрової доступності; забезпечення якості та ефективності використання мереж, безперервність та стійкість комунікації; кіберстійкість, кібер-безпека телекомунікаційної архітектури; конвергентність у телекомунікаційній інфраструктурі; впровадження інноваційних, мобільних і мережевих технологій; автоматизація контролю та мережевого управління і застосування інтелектуальних технологій; інтероперабельність та технологічна сумісність мережевих процесно-апаратних комплексів оснащення, програмного забезпечення підтримки і обслуговування мереж і платформ; забезпечення якості менеджменту ресурсів та ефективність телекомунікацій; цифровий трафік та поширення хмарних сервісів; мережева аналітика, прогностика та моделювання для обґрунтування технологічних рішень; здатність

телекомунікаційної сфери до нарощення темпів інтенсивної цифровізації. Виокремлено значення цифрової взаємодії у сфері телекомунікацій забезпечення доступності цифрових ресурсів між суб'єктами економічної та суспільної діяльності без обмежень інформаційного обміну та для масштабування цифрової діяльності шляхом автоматизації та інтелектуалізації соціально-економічних процесів і гарантій надійності, доступності та кіберстійкості цифрового простору телекомунікацій. Уточнено специфіку функціоналу сфери телекомунікацій у складових: проєктного менеджменту телекомунікаційних систем/мереж, розгортання конфігурацій та системне адміністрування мереж, інформаційний трансфер та маршрутизація цифрових даних, моніторинг і діагностика функціоналу мереж, менеджмент ресурсів та телекомунікаційного трафіку, управління якістю надання телекомунікаційних послуг, кібер-безпека інформаційних та мережевих систем, АСК мереж, системний аналіз і моделювання даних, модернізація та технологічне удосконалення телекомунікаційної архітектури.

Виокремлено класифікаційні ознаки за видами телекомунікаційних мереж – фіксованих, мобільних, безпроводових, супутникових, локальних та корпоративних, мереж доступу, транспортних та магістральних, мережі Інтернету речей. Розкрито призначення інформаційно-комунікаційних технологій для визначення їх функціоналу, специфіки системного управління та перспектив технологічної розбудови телекомунікаційної інфраструктури, до яких віднесено технології: мережеві, мобільного зв'язку, волоконно-оптичні та широкосмугові технології доступу, хмарні, периферійних обчислень, віртуалізації, програмно-конфігуровані мережі, віртуалізації мережевого функціоналу, технології Інтернету речей та штучного інтелекту, машинного навчання, кібербезпеки, мережевої аналітики та телеметрії. Систематизовано засоби інформаційно-технологічного забезпечення сфери телекомунікацій як проблемно-інтегрованого комплексу систем/мереж, платформ, процесів, програмного інструментарію за видами технологій.

На основі компаративного і праксіологічного методів аналізу дослідження

ефективності практики та методики організації впровадження засобів цифровізації у професійній освіті педагогічних працівників для організації професійної підготовки майбутніх фахівців сфери телекомунікацій обґрунтовано практичні стратегії цифровізації підготовки, що ґрунтуються на інтеграції системного, діяльнісного, процесного, практикоорієнтованого, аксіологічного, акмеологічного, цифрового, технологічного та праксіологічного підходів дослідження та організації підготовки і забезпечують цілісну єдність дуальності процесу формування рівнів сформованості її готовності. Встановлено, що методологічна цілісність педагогічного дослідження забезпечується не ізольованим застосуванням методологічних підходів і принципів, а їх функціональною взаємодією, а саме: системний підхід визначає цілісність об'єкта дослідження; компетентнісний і професійно орієнтований – його спрямованість на формування професійних компетентностей здобувачів освіти; діяльнісний і праксеологічний – зв'язок змісту професійної підготовки з професійними функціями; процесний – динаміку формування професійної готовності здобувачів освіти; інтеграційний – взаємозв'язок технологічного, професійного та педагогічного компонентів; технологічний і цифровий – зміст сучасних засобів цифровізації професійної діяльності та навчання; інноваційний та адаптивний – орієнтацію на технологічні зміни й здатність до професійного розвитку. Відповідно, принципи виконують функцію регуляторів наукового пошуку, організації освітнього процесу та практики упровадження засобів цифровізації, забезпечуючи узгодженість між поняттєво-термінологічним апаратом дослідження, змістом професійної підготовки та сучасними вимогами сфери освіти, науки й інноватики та телекомунікацій.

Проаналізовано практики організації впровадження засобів цифровізації у професійній освіті педагогічних працівників для організації професійної підготовки майбутніх фахівців сфери телекомунікацій у ЄС, США та Україні та встановлено тенденцію до інтеграції сфери телекомунікацій з цифровими технологіями, комп'ютерною інженерією та інформаційно-комунікаційними системами, проте у країнах ЄС переважають вузькоспеціалізовані програми

(Telecommunications Engineering, Telematics Engineering, Information and Communication Engineering), що відповідають напрямам розвитку електронних комунікацій, а у США підготовка майбутніх фахівців сфери телекомунікацій інтегровано до програм Electrical and Computer Engineering, Computer Engineering та Network Engineering, що має дослідницьку та індустріальну спрямованість. В Україні підготовка здійснюється за спеціальністю G5 «Електронні комунікації та радіотехніка» та спорідненими освітніми програмами, що орієнтовно на сферу розвитку електронних комунікацій, інфокомунікаційних систем, телекомунікаційних мереж, мобільних та бездротових технологій, оптичного зв'язку і радіотехнічних систем. Спільною рисою визначено орієнтація програм на формування компетентностей здобувачів освіти на розвиток цифрових мереж, програмно-конфігурованої інфраструктури, ІІІ, Інтернету речей, кібербезпеки та цифрового моделювання, що визначають розвиток галузі електронних комунікацій.

Список використаної літератури до другого розділу:

1. Антощук С. Підвищення цифрової компетентності здобувача технічної освіти в закладах фахової передвищої освіти. *Вісник післядипломної освіти*. 2023. №26 (55). С. 36-49.
2. Бахмат Н. Роль цифрових технологій у навчанні математики учнів початкових класів. *Молодь і ринок*. 2022. №2. С. 65-71.
3. Березовський І., Носков В. Оцінка потенційних параметрів радіоканалів мобільних мереж 5G. *Інформаційні та телекомунікаційні науки*. 2023. Т.14, № 1. С. 35–40.
4. Гевко І., Невмержицька О. Роль інформаційно-комунікаційних технологій в сучасній концепції дистанційного навчання. *Молодь і ринок*. 2019. №2 (169). С. 41-45.
5. Григоренко О., Созоннік Г. Вимоги до оптичних транспортних мереж для успішного впровадження технології 5G. *Інформаційні та телекомунікаційні науки*. 2020 Т. 11(2). С. 58–62.
6. Гриневич Л., Морзе Н., Вембер В., Бойко М. The role of digital technologies in the development of the STEM education ecosystem. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2021. №83 (3). С. 1-25.
7. Гуревич Р., Кадемія М., Опушко Н., Ільніцька Т., Плахотнюк Г. Роль цифрових технологій навчання в епоху цивілізаційних змін. *Modern Information Technologies and Innovation Methodologies of Education in Professional Training Methodology Theory Experience Problems*. 2021. №62. С. 28-38.
8. Державна служба статистики України. *Класифікація видів економічної діяльності ДК 009:2010*. Київ: Держстат України. URL: [КВЕД-2010 \(ДК 009:2010\)](#) (дата звернення: 22.02.2026).
9. Карашевич Є., Суліма С. Оцінка точності моделей прогнозування мережевого трафіку з урахуванням затримки для проактивного керування qos в мережах 5g/iot. *Information and Telecommunication Sciences*. 2026. 17 (1). С. 20–26.
10. Квятковська А. Організація освітньої діяльності в умовах змішаного

навчання майбутніх фахівців з телекомунікацій. *Академічні студії*. 2023. №4. С. 130-136.

11. Левтеров А., Плехова Г., Костікова М., Бережна Н., та Окунь А. Підвищення безпеки програмно-визначених мереж шляхом дослідження методів маршрутизації. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Системний аналіз, управління та інформаційні технології*, 2023. № 1 (9), С.10–18.

12. Левчук О., Левчук К. Цифрова стійкість: оцінка ролі інформаційних технологій у забезпеченні безперервності підготовки фахівців в кризових умовах. *Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво*. 2024. №54. С. 137-145.

13. Лобацький А. Підготовка фахівців цифрових технологій в умовах дуальної освіти. *Академічні студії*. 2024. №4. С. 81-85.

14. Мостова А., Тараненко І., Щолокова Г. Цифрова трансформація бізнесу і суспільства: роль цифрових навичок. *Східна Європа: економіка, бізнес та управління*. 2023. №4 (41). С. 51-57.

15. Назаревич В., Микитюк А., Шевчук О., Кулик І. Метод безпечної маршрутизації мережевого трафіку в залежності від заданих критеріїв. *Information Technology and Security. July-December 2023. Vol. 11. Iss. 2 (21)*. pp.156- 165

16. Палагін В. В., Євтушенко І. О., Гожий О. О. Віртуалізація як середовище реалізації мережевих функцій. *Вісник Черкаського державного технологічного університету. Серія: Технічні науки*. 2021. № 2. С.31-38.

17. Пановик У. П. Кібербезпека в телекомунікаційних мережах та системах. *Наукові записки Державного університету інформаційно-комунікаційних технологій*. 2024. № 1(68). С. 122–135.

18. Про електронні комунікації: Закон України від 16 грудня 2020 р. № 1089-IX. *Відомості Верховної Ради України*. 2021. № 13. Ст. 106. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/1089-20>. (дата звернення: 13.03.2025).

19. Татарчук В. Організаційні та дидактичні особливості формування графічної компетентності майбутніх фахівців у галузі електроніки та телекомунікацій. *Педагогіка безпеки*. 2022. №1-2. С. 51-64.
20. Татарчук В. Педагогічні умови формування графічної компетентності майбутніх фахівців у галузі електроніки та телекомунікацій засобами цифрових технологій. *Педагогіка безпеки*. 2024. №8 (1-2). С. 28-36.
21. Тесцова О., Лопата І. Роль цифрових технологій у процесі вивчення іноземної мови. *Наукові записки*. 2023. №204. С. 71-76.
22. Трофімцов Д., Макаренко А. Аналіз ефективності алгоритму попередньої обробки даних з векторизацією для передніх пристроїв інтернету речей. *Інформаційні та телекомунікаційні науки*, 2026. Т. 17 (1), С. 4–12.
23. Astrakhantsev A., Globa L., Davydiuk A., Sushko O. Adjusting the parameters of machine learning algorithms to improve the speed and accuracy of traffic classification. *Information and Telecommunication Sciences*. 2023. Vol. 14, № 2. pp.26–32.
24. Banar A., Vorobets H. AI-enabled Cloud SDN Controllers: Architecture, Scalability, and Security – A Comparative Study. *Security of Infocommunication Systems and Internet of Things*. 2025. Vol. 3, № 1. Art. 01011. DOI: <https://doi.org/10.31861/sisiot2025.1.01011>.
25. Castro Benavides L. M., Tamayo Arias J. A., Arango Serna M. D., Branch Bedoya J. W., Burgos D. Digital transformation in higher education institutions : a systematic literature review. *Sensors*. 2020. Vol. 20, № 11. Art. 3291. DOI: <https://doi.org/10.3390/s20113291>.
26. Cherevatenko O., Kulakov Y. Method of increasing data transmission stability in software defined network considering metrics of quality of service. *Information, Computing and Intelligent Systems*. 2024. № 4. С.34-47.
27. Espinel-Villalobos R. I., Ardila-Triana E., Zarate-Ceballos H., Ortiz-Triviño J. E. Design and Implementation of Network Monitoring System for Campus Infrastructure Using Software Agents. *Ingeniería e Investigación*. 2022. Vol. 42, No. 1. Art. e87564. DOI: <https://doi.org/10.15446/ing.investig.v42n1.87564>.

28. European Commission. *Digital Education Action Plan (2021–2027): Resetting Education and Training for the Digital Age*. Brussels : European Commission, 2020. URL: <https://education.ec.europa.eu/focus-topics/digital-education/action-plan> (дата звернення: 24.08.2025).
29. Feng Y., Li J., Mirkovic J., Wu C., Wang C., Ren H., Xu J., Liu Y. Unmasking the Internet: A Survey of Fine-Grained Network Traffic Analysis. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*. 2025. Vol. 27, № 6. P. 3672–3709.
30. García-Guirao P., Román-Costa F. Digital literacy in the university setting : a literature review of empirical studies between 2010 and 2021. *Frontiers in Psychology*. 2022. Vol. 13. Art. 896800. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.896800>.
31. Gomez J., Kfoury E. F., Crichigno J., Srivastava G. A survey on network simulators, emulators, and testbeds used for research and education. *Computer Networks*. 2023. Vol. 237. 110054. P. 1–49.
32. International Telecommunication Union. *Measuring digital development: Global Connectivity Report 2025*. Geneva: ITU, 2025. URL: https://www.itu.int/pub/D-IND-ICT_MDD.GCR-2025-4 (дата звернення: 22.02.2026).
33. International Telecommunication Union. Overview of the Internet of things: Recommendation ITU-T Y.4000/Y.2060 (06/2012) [Електронний ресурс]. Geneva: ITU, 2012. URL: <https://www.itu.int/rec/T-REC-Y.4000> (дата звернення: 22.02.2026).
34. Khan R., Kumar P., Jayakody D. N. K., Liyanage M. A Survey on Security and Privacy of 5G Technologies: Potential Solutions, Recent Advancements, and Future Directions. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*. 2020. Vol. 22, No. 1. pp. 196–248.
35. Kreutz D., Ramos F. M. V., Verissimo P. E., Rothenberg C. E., Azodolmolky S., Uhlig S. Software-Defined Networking: A Comprehensive Survey. *Proceedings of the IEEE*. 2015. Vol. 103, № 1. pp. 14–76.

36. Lee S., Levanti K., Kim H. S. Network monitoring: Present and future. *Computer Networks*. 2014. Vol. 65. pp. 84–98.
37. Lidolf S., Pasco D. Educational technology professional development in higher education : a systematic literature review of empirical research. *Frontiers in Education*. 2020. Vol. 5. Art. 35. DOI: <https://doi.org/10.3389/feduc.2020.00035>.
38. Liu Q., Geertshuis S., Grainger R. Understanding academics' adoption of learning technologies : a systematic review. *Computers & Education*. 2020. Vol. 151. Art. 103857. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103857>.
39. Martin F., Sun T., Westine C. D. A systematic review of research on online teaching and learning from 2009 to 2018. *Computers & Education*. 2020. Vol. 159. Art. 104009. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.104009>.
40. Mijumbi R., Serrat J., Gorricho J.-L., Bouten N., De Turck F., Boutaba R. Network Function Virtualization: State-of-the-Art and Research Challenges. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*. 2016. Vol. 18, № 1. pp. 236–262.
41. Mikhnenko Y., Skulysh M., Kurdecha V., Mikhnenko G. Method of transmitting information on the Internet of Things. *Information and Telecommunication Sciences*. 2021. Vol. 12, № 1. pp. 41–47.
42. Mirashe S. P., Kalyankar N. V. Quality of Service with Bandwidth. *International Journal of Computer Applications*. 2010. Vol. 7, No. 3. P. 1–5.
43. Moysen J., Giupponi L. From 4G to 5G: Self-organized Network Management meets Machine Learning. *Computer Networks*. 2018. Vol. 139. pp. 112–127.
44. Natalenko M. M., Koretska V. O. Effectiveness of classification of computer network traffic analysis applications using machine learning methods. *Telecommunication and Information Technologies*. 2022. No. 4(77). pp. 25–33.
45. Normén-Smith J., van Cappelle F., Atis E., Ghobashy D. *Six Pillars for the Digital Transformation of Education: A Common Framework*. Paris : UNESCO, 2024.

46. OECD. *OECD Digital Education Outlook 2021: Pushing the Frontiers with Artificial Intelligence, Blockchain and Robots*. Paris : OECD Publishing, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1787/589b283f-en>.
47. OECD. *OECD Digital Education Outlook 2023: Towards an Effective Digital Education Ecosystem*. Paris: OECD Publishing, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1787/c74f03de-en>.
48. OECD. *The OECD Going Digital Integrated Policy Framework 2026*. OECD Digital Economy Papers. No. 381. Paris: OECD Publishing, 2026. DOI: [10.1787/0254ae07-en](https://doi.org/10.1787/0254ae07-en).
49. Pascoe C., Quinn S., Scarfone K. The NIST Cybersecurity Framework (CSF) 2.0 [Електронний ресурс]. Gaithersburg: National Institute of Standards and Technology, 2024. 46 p.
50. Rakes C. R., Ronau R. N., Bush S. B., Driskell S. O., Niess M. L., Pugalee D. K. Mathematics achievement and orientation : a systematic review and meta-analysis of education technology. *Educational Research Review*. 2020. Vol. 31. Art. 100337. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2020.100337>.
51. Romanov O., Nesterenko M., Fesokha N., Mankivskyi V. Evaluation of productivity virtualization technologies of switching equipment telecommunications networks. *Information and Telecommunication Sciences*. 2020. № 1. pp. 53–58.
52. Skulysh M. A., Klimovych O. S. Method of LTE functional units organization with Evolved Packet Core virtualization. *Information and Telecommunication Sciences*. 2015. Vol. 6, № 1. pp. 38–45.
53. Skulysh M., Globa L., Sulima S. Model for efficient allocation of network functions in hybrid environment. *Information and Telecommunication Sciences*. 2016. Vol. 7, № 1(12). pp. 39–45.
54. Ulven J. B., Wangen G. A systematic review of cybersecurity risks in higher education. *Future Internet*. 2021. Vol. 13, No. 2. Art. 39. DOI: <https://doi.org/10.3390/fi13020039>. (дата звернення: 24.08.2025).
55. UNESCO IITE. *Global Understanding of Smart Education in the Context of Digital Transformation*. Beijing : UNESCO IITE, 2024. URL:

<https://iite.unesco.org/publications/global-understanding-of-smart-education-in-the-context-of-digital-transformation/> (дата звернення: 24.08.2025).

56. UNESCO IITE. *Synthesis Report of Global Smart Education Conference 2023*. Beijing : UNESCO Institute for Information Technologies in Education, 2023. URL: <https://iite.unesco.org/publications/synthesis-report-of-global-smart-education-conference-2023/> (дата звернення: 24.08.2025).

57. UNESCO. *Charter for Public Digital Learning Platforms*. Paris : UNESCO, UNICEF, ITU, 2024. URL: <https://www.unesco.org/en/digital-education/learning-platforms-gateway/charter> (дата звернення: 24.08.2025).

58. UNESCO. *Digital Learning and Transformation of Education: Thematic Action Track 4*. Paris: UNESCO, 2023. URL: <https://www.unesco.org/sdg4education2030/en/transforming-education-summit/action-tracks/4> (дата звернення: 24.08.2025).

59. UNESCO. *Digital Learning and Transformation of Education: What You Need to Know*. Paris : UNESCO, 2024. URL: <https://www.unesco.org/en/digital-education/need-know> (дата звернення: 24.08.2025).

60. UNESCO. *Global Education Monitoring Report 2023: Technology in Education: A Tool on Whose Terms?* Paris : UNESCO, 2023. 424 p.

61. UNESCO. *Global Understanding of Smart Education in the Context of Digital Transformation*. Beijing : UNESCO Institute for Information Technologies in Education, 2024. URL: <https://iite.unesco.org/publications/global-understanding-of-smart-education-in-the-context-of-digital-transformation/> (дата звернення: 24.08.2025).

62. UNESCO. *Recommendation on Open Science*. Paris : UNESCO, 2021. URL: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000379949> (дата звернення: 24.08.2025).

63. UNESCO. *Recommendation on the Ethics of Artificial Intelligence*. Paris : UNESCO, 2021. URL: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000380455> (дата звернення: 24.08.2025).

64. Vuorikari R., Kluzer S., Punie Y. *DigComp 2.2: The Digital Competence Framework for Citizens: With New Examples of Knowledge, Skills and Attitudes*. Luxembourg : Publications Office of the European Union, 2022. 125 p.
65. Офіційна програма Telecommunication Engineering. Politecnico di Milano 1863. URL: https://www.polimi.it/en/education/laurea-programmes/programme-detail/telecommunication-engineering?utm_source=chatgpt.com. (дата звернення: 24.08.2025).
66. Офіційна програма Telecommunications Systems. UPC. URL: https://eetac.upc.edu/en/study/bachelors-deegrees/telecommunications-systems-1/telecommunications-systems/?utm_source=chatgpt.com (дата звернення: 24.08.2025).
67. Офіційна програма Universitat Politècnica de Catalunya. Telematics Engineering: Bachelor's degree in Network Engineering. Castelldefels School of Telecommunications and Aerospace Engineering. URL: UPC. URL: https://eetac.upc.edu/en/study/bachelors-deegrees/telematics-engineering-1/telematics-engineering?utm_source=chatgpt.com (дата звернення: 24.08.2025).
68. Офіційна програма Electronic Systems Engineering. UPV. URL: https://www.upv.es/estudios/master/muise/en/home/?utm_source=chatgpt.com (дата звернення: 24.08.2025).
69. Офіційна програма Sound and Image Engineering. UPV. URL: https://www.upv.es/titulaciones/GISTSI/info/indexnormali.html?utm_source=chatgpt.com (дата звернення: 24.08.2025).
70. Офіційна програма Telecommunications Engineering. University of Seville. URL: https://etsi.us.es/en/studies-and-qualifications/degrees/degree-in-telecommunications-engineering?utm_source=chatgpt.com (дата звернення: 24.08.2025).
71. The University of Texas at Dallas. *Telecommunications Engineering Program*. UT Dallas Graduate Catalog. URL: <https://catalog.utdallas.edu/2024/graduate/programs/ecs/telecom-engineering> (дата звернення: 24.08.2025).

РОЗДІЛ 3.

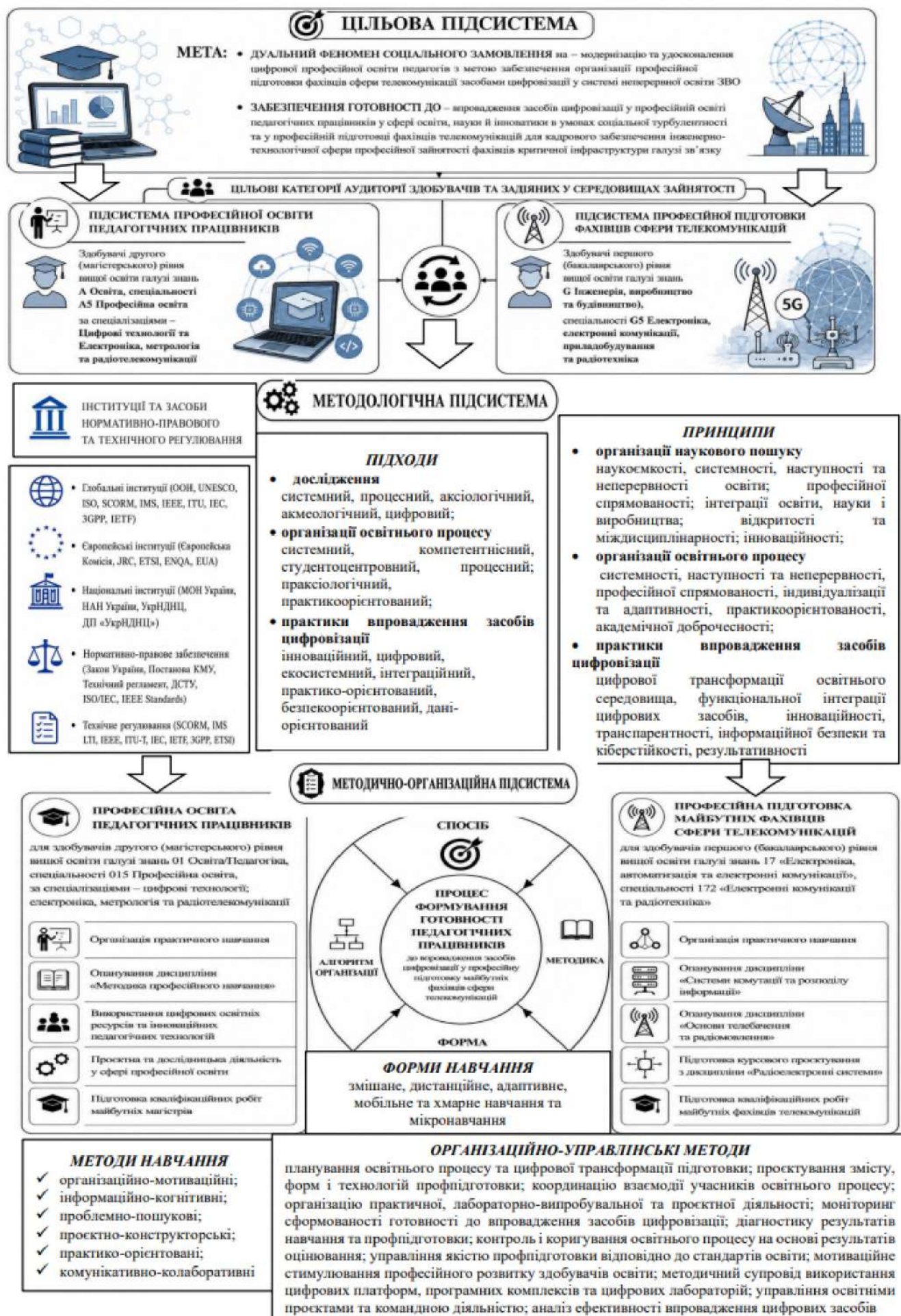
ПРОЄКТУВАННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ МОДЕЛІ ПРАКТИКИ ВПРОВАДЖЕННЯ ЗАСОБІВ ЦИФРОВІЗАЦІЇ У ПРОФЕСІЙНІЙ ОСВІТІ ПЕДАГОГІЧНИХ ПРАЦІВНИКІВ ДЛЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ СФЕРИ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ

3.1 Обґрунтування та моделювання функціональної моделі практики впровадження засобів цифровізації у професійній освіті педагогічних працівників для організації професійної підготовки майбутніх фахівців сфери телекомунікацій

Розроблено та обґрунтовано функціональну модель практики впровадження засобів цифровізації у професійній освіті педагогічних працівників для організації професійної підготовки майбутніх фахівців сфери телекомунікацій у єдності цільової, методологічної, методично-організаційної, змістової, інформаційно-технологічної та метричної підсистем (рис.3.1).

Цільова підсистема моделі включає дуальний феномен соціального замовлення, де цільовою аудиторією є педагогічні працівники (підсистема професійної освіти магістрів спеціальності 015 Професійна освіта) та здобувачі освіти (підсистема професійної підготовки фахівців сфери телекомунікацій). Дуальний феномен соціального замовлення на – модернізацію та удосконалення цифрової професійної освіти педагогів з метою забезпечення організації професійної підготовки фахівців сфери комунікації засобами цифровізації у системі неперервної освіти ЗВО; забезпечення готовності до –впровадження засобів цифровізації у професійній освіті педагогічних працівників у сфері освіти, науки й інноватики в умовах соціальної турбулентності та у професійній підготовці фахівців телекомунікацій для кадрового забезпечення інженерно-технологічної сфери професійної зайнятості фахівців критичної інфраструктури галузі зв'язку.

Визначено цільову аудиторію серед здобувачів освіти та задіяних у сферах зайнятості за призначення в освіті, науці й інноватиці та телекомунікацій



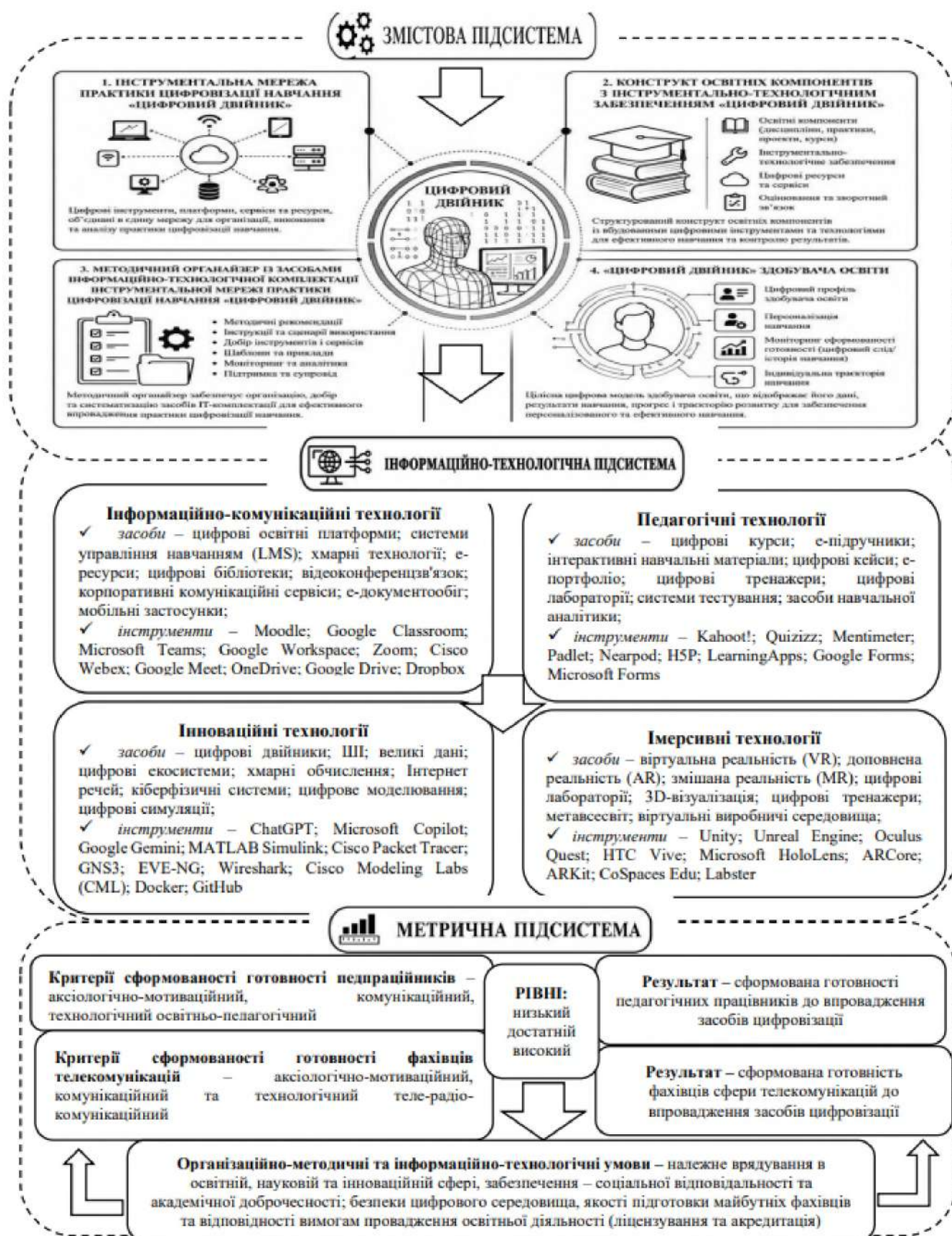


Рис.3.1. Функціональна модель практики впровадження засобів цифровізації у професійній освіті педагогічних працівників для організації професійної підготовки майбутніх фахівців сфери телекомунікацій

у підсистемах:

1) професійної освіти педагогічних працівників як-то здобувачі другого (магістерського) рівня вищої освіти галузі знань А Освіта, спеціальності А5 Професійна освіта за спеціалізаціями – Цифрові технології та Електроніка, метрологія та радіотелекомунікації;

2) професійної підготовки фахівців сфери телекомунікації як-то здобувачі першого (бакалаврського) рівня вищої освіти галузі знань G Інженерія, виробництво та будівництво), спеціальності G5 Електроніка, електронні комунікації, приладобудування та радіотехніка.

Методологічна підсистема функціональної Моделі зі забезпечення впровадження засобів цифровізації включає – інституції глобального та національного регулювання (табл.3.1), нормативно-правове забезпечення (табл.3.2), технічне регулювання (табл.3.3), комплекс підходів – *дослідження* (системного, процесного, аксіологічного, акмеологічного, цифрового); *організації освітнього процесу* (системного; компетентнісного; процесного; студентоцентровного; 2.5праксіологічного; практикоорієнтованого); *практики впровадження засобів цифровізації* (інноваційного; цифрового, екосистемного; інтеграційного; практико-орієнтованого; дані-орієнтованого (з англ. – Data-driven); безпекоорієнтованого), а також принципів – *дослідження* (науковості, системності, наступності та неперервності освіти; професійної спрямованості; інтеграції освіти, науки і виробництва; відкритості та міждисциплінарності; інноваційності); *організації освітнього процесу* (системності, наступності та неперервності, професійної спрямованості, практикоорієнтованості, індивідуалізації та адаптивності, академічної доброчесності), *практики впровадження засобів цифровізації* (цифрової трансформації освітнього середовища, функціональної інтеграції цифрових засобів, інноваційності, транспарентності, інформаційної безпеки та кіберстійкості, результативності).

Виокремлено інституції глобального регулювання цифровізації сфери освіти, науки й інноватики у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1.

Глобальні інституції цифровізації сфери освіти, науки й інноватики

Інституції	Функціональна роль їх повноважень
Організація Об'єднаних Націй з питань освіти, науки і культур (з англ. – UNESCO) [25] Ошибка! Источник ссылки не найден.	Проводить міжнародну політику цифрової освіти, цифрових компетентностей педагогів (з англ. – Competency Framework for Teachers), неперервної освіти та її цифрової взаємодії
Міжнародний союз електрозв'язку (з англ. – International Telecommunication Union) [18]	Визначає глобальні стандарти розбудови архітектури телекомунікацій, цифрової інфраструктури, 5G/6G, кібербезпеки, цифрової інклюзії суспільної діяльності
Міжнародна організація зі стандартизації (з англ. – International Organization for Standardization, ISO) [17]	Розробляє міжнародні стандарти управління якістю, інформаційної безпеки, ергономіки, цифрових технологій та програмного забезпечення
Міжнародна електротехнічна комісія (з англ. – International Electrotechnical Commission) [16]	Унормовує засоби технічного регулювання цифрових електронних систем, телекомунікаційного обладнання, автоматизації та інформаційних технологій
Інститут інженерів з електротехніки та електроніки (з англ. – Institute of Electrical and Electronics Engineers) [15]	Встановлює міжнародні технічні стандарти мереж, бездротових комунікацій, цифрових технологій, ІІІ та професійної освіти
Проект партнерства третього покоління (з англ. – 3rd Generation Partnership Project) [6]	Стандартизує засоби мобільних комунікацій LTE, 5G та 6G, обумовлює зміст професійної підготовки фахівців сфери телекомунікацій
Інженерна рада з розвитку Інтернету (з англ. – Internet Engineering Task Force) [19]	Розробляє відкриті стандарти Інтернету (TCP/IP, IPv6, HTTP, DNS тощо), що врегульовують професійну діяльність у сфері телекомунікацій

Здійснено аналіз інституції цифровізації освіти, науки й інноватики та сфери телекомунікацій у країнах Європейського Союзу у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2

Європейські інституції регулювання цифровізації освіти, науки й інноватики

Інституції	Функціональна роль їх повноважень
Європейська Комісія (з англ. – European Commission) [11]	Реалізує – План дій щодо цифровізації освіти (з англ. – Digital Education Action Plan) [8] щодо забезпечення якісної, інклюзивної та прозорої цифрової освіти в Європі, Програму цифрова Європа (з англ. – Digital Europe Programme) [9] задля впровадження цифрових технологій в бізнес, побут та функціонування державної адміністрації
Об'єднаний дослідницький центр Європейської Комісії (з англ. – Joint Research Centre) [20]	Розробляє та підтримує європейську рамку цифрової компетентності (з англ. – DigComp), (з англ. – DigCompEdu), (з англ. – SELFIE), (з англ. – DigComp 2.2), описує 22 компетентності педагогічних працівників у сферах: професійна взаємодія, цифрові ресурси, викладання і навчання, оцінювання, розширення

Інституції	Функціональна роль їх повноважень
	можливостей здобувачів та розвиток їх цифрової компетентності. SELFIEforTEACHERS забезпечує інструментарій самооцінювання цифрової компетентності педагогів та визначення їх сильних сторін і потреб професійного розвитку; методологічно забезпечує визначення та діагностику цифрової компетентності педагогічних працівників, що корелює з формуванням їх готовності до впровадження засобів цифровізації
Європейський інститут телекомунікаційних стандартів (з англ. – European Telecommunications Standards Institute) [12]	Забезпечує стандартизацію телекомунікаційної та інформаційно-комунікаційної інфраструктури; розробляє європейські стандарти, технічні специфікації та інші документи для ІКТ-продуктів, систем, застосунків і сервісів, підтримуючи їх інтероперабельність, кібербезпеку та надійність. Сфера діяльності охоплює 5G, мобільні комунікації, IoT, кібербезпеку, програмно визначені мережі, віртуалізацію мереж, оптичні мережі, ШІ; забезпечує нормативно-технологічну основу професійної підготовки майбутніх фахівців сфери телекомунікацій, зокрема формування їх технологічного телерадіо-комунікаційного компонента готовності
Європейська асоціація із забезпечення якості вищої освіти (з англ. – European Association for Quality Assurance in Higher Education) [10]	Сприяє розвитку європейської системи забезпечення якості вищої освіти та підтримує застосування європейських стандартів і рекомендацій ESG. ESG формують основу внутрішнього та зовнішнього забезпечення якості у Європейському просторі вищої освіти й застосовуються незалежно від місця та форми здобуття освіти. ENQA також досліджує адаптацію систем забезпечення якості до цифровізації, електронного навчання та нових форм освітньої діяльності. Для дослідження: забезпечує якісно-оцінювальний та інституційний вимір цифровізації, що співвідноситься з інформаційно-технологічними умовами, якістю підготовки та вимогами акредитації освітньої діяльності
Європейська асоціація університетів (з англ. – European University Association) [13]	Представляє та підтримує університетський сектор ЄС у процесах інституційної, цифрової та організаційної трансформації; розглядає цифровізація як процес, що охоплює розвиток інфраструктури, цифрових навичок персоналу, інституційної культури, управління даними, ШІ, кібербезпеку та стратегічне управління цифровими змінами. Через DIGI-HE та інші ініціативи EUA підтримує університети у формуванні стратегій цифровізації навчання і викладання та розвитку цифрової спроможності ЗВО; забезпечує інституційно-управлінський вимір цифровізації ЗВО, що безпосередньо співвідноситься з належним врядуванням, організаційно-методичними умовами та функціонуванням цифрового освітнього середовища

Здійснено аналіз національних інституцій цифровізації сфери освіти, науки й інноватики та сфери телекомунікацій у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3.

Характерні особливості національних інституцій України

Інституція	Значення для цифровізації професійної освіти та підготовки фахівців сфери телекомунікацій
Міністерство освіти і науки України (МОН України)	Центральний орган виконавчої влади, що формує та реалізує державну політику у сфері освіти і науки, визначає нормативно-правові та організаційні засади функціонування системи вищої та професійної освіти. Здійснює формування вимог до змісту, організації та результатів професійної підготовки, затвердження стандартів вищої освіти, забезпечення функціонування освітніх програм і визначення вимог до професійної підготовки за відповідними спеціальностями; створює нормативно-організаційну основу впровадження засобів цифровізації, визначення змісту професійної підготовки педагогічних працівників і майбутніх фахівців сфери телекомунікацій та забезпечення відповідності освітніх результатів сучасним вимогам стратегії цифровізації
Міністерство цифрової трансформації України (Мінцифри)	Формує та реалізує державну політику у сфері цифровізації та цифрової трансформації, розвитку цифрової держави, цифрових послуг і цифрових компетентностей. Забезпечує формування загальнодержавного цифрового середовища, розвитку цифрових компетентностей населення, підтримку цифрової освіти та цифрових платформ, зокрема «Дія.Освіта». Виступає як складова державної політики цифровізації, що формує суспільний та інституційний запит на цифрову компетентність педагогічних працівників і майбутніх фахівців та створює умови для інтеграції цифрових ресурсів у професійну освіту
Національне агентство із забезпечення якості вищої освіти (НАЗЯВО)	Реалізує державну політику у сфері забезпечення якості вищої освіти, здійснює акредитацію освітніх програм, формує вимоги та процедури зовнішнього забезпечення якості. Сприяє забезпеченню якості освітньої діяльності та відповідності освітніх програм установленим вимогам, у тому числі в умовах цифровізації
Національна академія педагогічних наук України (НАПН України)	Забезпечує науково-методичний супровід розвитку освіти, педагогіки та професійної освіти, здійснює фундаментальні та прикладні дослідження в освітній сфері. Сприяє розвитку науково-теоретичних і методичних засад цифровізації освіти, професійної підготовки педагогічних працівників, розвитку цифрових компетентностей, педагогічних технологій та інноваційних засобів навчання; забезпечує наукове підґрунтя для розроблення педагогічних моделей, методик і технологій цифровізації професійної освіти

Продовження таблиці 3.3

Інституція	Значення для підготовки фахівців сфери телекомунікацій
Інститут цифровізації освіти НАПН України	Спеціалізована наукова установа, діяльність якої пов'язана з дослідженням цифрової трансформації освіти, цифрових технологій, цифрових компетентностей та цифрового освітнього середовища. Сприяє забезпеченню процесів цифровізації освіти, дослідженню цифрових освітніх технологій, розвитку цифрової компетентності педагогічних працівників та обґрунтуванню інструментів цифрового освітнього середовища
Національна комісія, що здійснює державне регулювання у сферах електронних комунікацій, радіочастотного спектра та надання послуг поштового зв'язку (НКЕК)	Здійснює державне регулювання у сфері електронних комунікацій та радіочастотного спектра, що охоплює функціонування електронних комунікаційних мереж і послуг, використання радіочастотного ресурсу та розвиток відповідної цифрової інфраструктури. Регуляторна діяльність її формує професійне, нормативне та технологічне середовище, до вимог якого має бути адаптована професійна підготовка за спеціальністю G5, зокрема щодо електронних комунікацій, телекомунікаційних мереж, радіотехнічних систем та цифрової інфраструктури
Державна служба спеціального зв'язку та захисту інформації України (Держспецзв'язку)	Забезпечує реалізацію державної політики у сфері спеціального зв'язку, захисту інформації та кібербезпеки, що має безпосереднє значення для формування безпечного цифрового середовища; визначає складову інформаційно-технологічних умов – безпеку цифрового середовища. Її діяльність пов'язана із захистом інформаційних ресурсів, кібербезпекою, безпечним функціонуванням інформаційно-комунікаційних систем і цифрової інфраструктури. Для професійної підготовки майбутніх фахівців сфери телекомунікацій це означає необхідність формування здатності працювати з цифровими та телекомунікаційними системами з урахуванням вимог інформаційної та кібербезпеки

Здійснено узагальнення переліку гармонізованих стандартів у сфері освіти, науки й інноватики та сфери телекомунікацій у таблиці 3.4.

Методично-організаційну підсистему спроектовано зі обґрунтуванням процесу формування готовності педагогічних працівників до впровадження засобів цифровізації у професійну підготовку майбутніх фахівців сфери телекомунікацій з визначеним комплексом організаційно-управлінських методів супроводу етапів його реалізації; методів навчання – дисциплін циклу професійної підготовки, забезпечення практичного навчання (навчальної і виробничої практики), опанування дисциплін «Системи комутації та розподілу інформації» та «Основи телебачення та радіомовлення», підготовки курсового

проектування з дисципліни «Радіoeлектронні системи» та підготовки кваліфікаційних робіт майбутніх фахівців телекомунікацій галузі знань 17 «Електроніка, автоматизація та електронні комунікації», спеціальності 172 «Електронні комунікації та радіотехніка».

Перелік гармонізованих стандартів у сфері освіти, науки й інноватики та сфери телекомунікацій

Таблиця 3.4

Стандарт	Повна назва та призначення
ДСТУ ISO/IEC 27001:2023	Інформаційна безпека, кібербезпека та захист приватності. Системи управління інформаційною безпекою. Вимоги. Визначає вимоги до створення, впровадження, підтримки та постійного вдосконалення систем управління інформаційною безпекою в організаціях, зокрема у закладах освіти
ДСТУ ISO/IEC 27701:2021	Методи безпеки. Розширення до ISO/IEC 27001 та ISO/IEC 27002 щодо управління інформацією про конфіденційність. Вимоги та настанови. Регламентує управління персональними даними та забезпечення конфіденційності в інформаційно-комунікаційних системах
ДСТУ ISO/IEC 25010:2015	Інженерія систем і програмних засобів. Вимоги та оцінювання якості систем і програмних засобів (SQuaRE). Модель якості систем і програмного забезпечення. Визначає характеристики якості цифрових освітніх платформ, інформаційних систем і програмних продуктів
ДСТУ ISO/IEC 25022:2019	Інженерія систем і програмних засобів. Вимоги та оцінювання якості систем і програмних засобів (SQuaRE). Вимірювання якості під час використання. Встановлює показники оцінювання якості цифрових систем під час їх практичного використання користувачами
ДСТУ ISO/IEC 25023:2019	Інженерія систем і програмних засобів. Вимоги та оцінювання якості систем і програмних засобів (SQuaRE). Вимірювання якості програмних продуктів. Визначає метрики оцінювання функціональних характеристик, надійності, продуктивності та інших показників програмного забезпечення
ДСТУ ISO 9241-210:2015	Ергономіка взаємодії людини із системою. Частина 210. Людиноорієнтоване проектування інтерактивних систем. Регламентує принципи розроблення цифрових освітніх ресурсів, орієнтованих на потреби користувача
ДСТУ ISO 9241-11:2015	Ергономіка взаємодії людини із системою. Частина 11. Юзабіліті: визначення та концепції. Визначає критерії оцінювання зручності, ефективності та результативності використання цифрових освітніх технологій
ДСТУ ISO 9241-110:2016	Ергономіка взаємодії людина–система. Частина 110. Принципи організації діалогу

Задля організації професійної освіти педагогічних працівників викоермлено освітній компонент «Методика професійного навчання» та ахарактеризовано

організацію практичного навчання (навчальні, виробнича і переддипломна практики), підготовку кваліфікаційних робіт майбутніх магістрів галузі знань 01 Освіта/Педагогіка, спеціальності 015 Професійна освіта, за спеціалізаціями – цифрові технології; електроніка, метрологія та радіотелекомунікації.

Здійснено добір комплексу методів навчання: організаційно-мотиваційні; інформаційно-когнітивні; проблемно-пошукові, проєктно-конструкторські, практико-орієнтовані та комунікативно-колаборативні. Укомплектовано організаційно-управлінські методи, а саме – планування освітнього процесу та цифрової трансформації підготовки; проєктування змісту, форм і технологій професійної підготовки; координацію взаємодії учасників освітнього процесу; організацію практичної, лабораторно-випробувальної та проєктної діяльності; моніторинг сформованості готовності до впровадження засобів цифровізації; діагностику результатів навчання та професійної підготовки; контроль і коригування освітнього процесу на основі результатів оцінювання; управління якістю професійної підготовки відповідно до стандартів освіти; мотиваційне стимулювання професійного розвитку здобувачів освіти; методичний супровід використання цифрових платформ, програмних комплексів та цифрових лабораторій; управління освітніми проєктами та командною діяльністю; рефлексивний аналіз ефективності впровадження цифрових засобів. Обрано форм навчання– змішане, дистанційне, адаптивне, мобільне та хмарне навчання та мікронавчання.

Змістову підсистему спроектовано у змістовій і структурній складових забезпечення професійної освіти педагогічних працівників та професійної підготовки фахівців сфери телекомунікації засобами комплектації інструментальної мережі практики цифровізації навчання конструкту «Цифровий двійник». Застосовано «Цифровий двійник» як конструкт впровадження засобів цифровізації у професійну освіту/ підготовку цільових аудиторій здобувачів освіти у системі неперервного навчання в ЗВО з використанням методологічних засад концепції управління життєвим циклом продукції (з англ. – Product Lifecycle Management, PLM) запропонованої

М. Гривзом цифрової моделі взаємин фізичного об'єкту, процесу, системи або організації, що функціонує синхронно зі своїм реальним прототипом завдяки безперервному обміну даними у системі інформаційних процесів; в якості уведеного терміну «Цифровий двійник» (з англ. – Digital Twin) для розроблення технологічної дорожньої карти NASA Дж. Віккерсом. У міжнародній науковій практиці цифровий двійник розглядається як інструментальна мережа практики цифровізації навчання – технологія цифровізації у концепції Industry 4.0 та Education 4.0 для інтеграції фізичного й цифрового середовищ професійної освіти і розвитку, середовищ професійної зайнятості, сфери освіти, науки й інноватики та інженерно-технологічної сфери.

Розроблено та упроваджено конструкт «Цифровий двійник» у складових: інструментальна мережа практики цифровізації навчання «Цифровий двійник»; конструкт освітніх компонентів з інструментально-технологічним забезпеченням «Цифровий двійник»; методичний органайзер із засобами інформаційно-технологічної комплектації інструментальної мережі практики цифровізації навчання «Цифровий двійник»; «Цифровий двійник» здобувача освіти, що містить цифровий профіль здобувачів освіти, персоналізацію навчання й моніторингу сформованості готовності здобувачів освіти (цифровий слід/історію навчання) та індивідуальну траєкторію навчання здобувачів освіти.

Конструкт «Цифровий двійник» у дослідженні визначаємо як інструментально-технологічну та методичну систему цифровізації професійної освіти, що забезпечує інтеграцію цифрових засобів, освітніх компонентів, методичного забезпечення та персоналізованих цифрових даних здобувачів освіти в єдине цифрове освітнє середовище з метою організації професійного практикоорієнтованого навчання, персоналізації освітнього процесу, моніторингу навчальної діяльності та формування готовності педагогічних працівників і майбутніх фахівців сфери телекомунікацій до впровадження засобів цифровізації в середовища професійної зайнятості.

Концептуальною особливістю конструкта є його дуальна спрямованість, а саме: забезпечення ефективності професійної освіти педагогічних працівників та

формування їх готовності до впровадження засобів цифровізації, а з іншого – створення інструментально-технологічне забезпечення професійної підготовки майбутніх фахівців сфери телекомунікацій, тому «Цифровий двійник» функціонує не як ізольований цифровий засіб, а як комплексна мережа взаємопов'язаних цифрових ресурсів, освітніх компонентів, методичних засобів і персоналізованих освітніх даних.

Інструментальна мережа практики цифровізації навчання «Цифровий двійник» як сукупність взаємопов'язаних цифрових платформ, професійного програмного забезпечення, симуляційних, віртуальних, мережевих та інших цифрових засобів забезпечує практичну реалізацію освітніх компонентів.

У контексті професійної підготовки фахівців сфери телекомунікацій ця мережа орієнтована не просто на цифровізацію навчального матеріалу, а на моделювання професійних ситуацій, виконання практичних завдань, проєктування, дослідження та експериментування з телекомунікаційними системами і мережами.

Отже, її функція полягає у створенні цифрового практикоорієнтованого середовища, в якому здобувачі освіти мають змогу виконувати професійно спрямовані дії та набувати досвіду використання цифрових засобів.

Конструкт освітніх компонентів з інструментально-технологічним забезпеченням запропоновано з метою узгодження змістового наповнення освітніх компонентів з професійними завданнями та конкретними цифровими засобами їх реалізації. У контексті професійної підготовки майбутніх фахівців сфери телекомунікацій це дозволяє пов'язати теоретичний зміст дисциплін із цифровим моделюванням, симуляцією, мережевим проєктуванням, аналізом та діагностикою телекомунікаційних систем.

Методичний органайзер із засобами інформаційно-технологічної комплектації інструментальної мережі практики цифровізації навчання «Цифровий двійник» виступає як методичний механізм організації та впорядкування використання засобів цифровізації у процесі професійного навчання здобувачів освіти задля встановлення відповідності між освітніми

цілями; змістом освітніх компонентів; професійними завданнями; формами організації навчання; методами і методиками навчання; цифровими платформами та програмним забезпеченням; практичними завданнями; результатами навчання та діагностикою сформованості готовності.

Таким чином, методичний органайзер перетворює сукупність цифрових ресурсів на організовану педагогічну систему їх цілеспрямованого застосування.

Це принципово важливо, оскільки сама наявність цифрової технології не означає її педагогічної доцільності. Методичний органайзер визначає, коли, для чого, яким способом і з яким очікуваним результатом конкретний цифровий засіб має бути інтегрований в освітній процес.

«Цифровий двійник» здобувачів освіти як найбільш персоналізована складова конструкта містить чотири взаємопов'язані компоненти: цифровий профіль здобувача освіти; персоналізацію навчання; моніторинг сформованості готовності та цифровий слід / історію навчання та індивідуальну траєкторію навчання.

Цифровий профіль трактуємо як структуроване представлення освітніх і професійно значимих характеристик здобувача освіти, які використовуються для організації персоналізованого навчання (зادля відображення результатів навчання, динаміки рівня сформованості готовності/компететності, успішності виконання практичних завдань, результатів оцінювання та динаміка професійного розвитку).

Персоналізація означає адаптацію змісту, темпу, форм, методів та цифрових засобів навчання до індивідуальних освітніх потреб і результатів здобувачів освіти, що забезпечує перехід від уніфікованої організації навчання до індивідуальної траєкторії професійного розвитку.

Цифровий слід відображає послідовність освітніх дій і результатів здобувача освіти, зокрема виконання практичних завдань, результати оцінювання, сформовані вміння та динаміку готовності, що створює можливість не лише отримати підсумкову оцінку, а й простежити процес формування професійної готовності в динаміці.

Отже, «Цифровий двійник» здобувача освіти забезпечує накопичення, структурування та використання освітніх даних для моніторингу індивідуального професійного розвитку майбутніх фахівців.

Індивідуальна траєкторія навчання є логічним результатом функціонування цифрового профілю, цифрового сліду та моніторингу є індивідуальна траєкторія навчання здобувача освіти і передбачає послідовність освітніх дій, компонентів і практичних завдань, яка формується відповідно до: початкового рівня готовності, освітніх потреб, програмних результатів навчання, професійних інтересів/мотивів, динаміки сформованості готовності та наступних освітніх досягнень. Тобто цифровий двійник дозволяє сприяє реалізації адаптивного і персоналізованого характеру професійної підготовки майбутніх фахівців сфери телекомунікацій.

Інформаційно-технологічну підсистему запропоновано з набором платформ/мереж/технологій/застосунків, які виокремлено для сфери освіти, науки й інноватики та інженерно-технологічної сфери (спеціалізоване професійне програмне забезпечення телекомунікаційної галузі (Cisco Packet Tracer, GNS3, Wireshark, EVE-NG, MATLAB Simulink тощо), а також засоби і інструменти цифровізації при застосування ІКТ, педагогічних, інноваційних та імерсивних технологій у професійній підготовці майбутніх фахівців сфери телекомунікацій.

Таблиця 3.5

Технології	Засоби цифровізації	Інструменти цифровізації
ІКТ	LMS, хмарні сервіси, EOP, відеоконференції	Moodle, Google Classroom, Microsoft Teams, Zoom, Google Workspace
Педагогічні	цифрові курси, е-портфоліо, цифрові кейси, тестування	Kahoot!, Quizizz, H5P, Padlet, Nearpod
Інноваційні	AI, Digital Twin, IoT, Big Data, цифрові симуляції	ChatGPT, Microsoft Copilot, Gemini, MATLAB Simulink, Cisco Packet Tracer, GNS3, EVE-NG, Wireshark
Імерсивні	VR, AR, MR, цифрові лабораторії, 3D-моделювання	Unity, Unreal Engine, Oculus Quest, HoloLens, Labster

Метричну підсистему розроблено задля параметрального оцінювання релевантності рівнів сформованості готовності до – впровадження засобів

цифровізації у професійній освіті педагогічних працівників (за аксіологічно-мотиваційним, комунікаційним та технологічним освітньо-педагогічним критеріями) та у професійній підготовці фахівців телекомунікацій (за аксіологічно-мотиваційним, комунікаційним та технологічним телерадіо-комунікаційним критеріями) згідно розробленого бінарного критеріального апарату діагностики рівнів сформованості на низькому, достатньому та високому. Дуальність навчальних досягнень здобувачів освіти у формуванні готовностей до: впровадження засобів цифровізації у професійній освіті педагогічних працівників у сфері освіти, науки й інноватики; впровадження засобів цифровізації у професійній підготовці фахівців телекомунікацій у інженерно-технологічній сфері.

Обґрунтування взаємопов'язаного комплексу педагогічних умов, процедур, форм методів забезпечення розробленої функціональної Моделі здійснено у контексті їх організаційно-методичного та інформаційно-технологічного втілення ресурсозабезпечення освітнього процесу з метою формування дуальності готовностей педагогічних працівників та майбутніх фахівців сфери телекомунікацій до впровадження засобів цифровізації у професійній діяльності.

Педагогічні умови виокремлено у двох напрямках – *організаційно-методичному* та *інформаційно-технологічному* для матеріально-технічної та інформаційно-технологічної підтримки забезпечення неперервної професійної підготовки майбутніх фахівців телекомунікацій, зокрема до перших віднесено – *належне врядування в освітній, науковій та інноваційній сфері* (а саме як на рівні державного, публічного управління та адміністрування, інституційного в ЗВО) як процесу організації управління цифровізацією (забезпечення синергії стратегій цифровізації неперервної професійно освіти, узгодження цифрових змін у стратегії публічного управління та адміністрування і інституційного розвитку ЗВО, соціальна згуртованість і визначення відповідальності для усіх учасників освітнього процесу, узгодження консолідованих дій адміністрації, педагогічних працівників і здобувачів освіти, інформаційний менеджмент ресурсозабезпечення якості надання освітніх послуг, контроль та моніторинг

ефективності застосування засобів цифровізації, прийняття доцільних управлінських процедур справочинства) реалізує функцію інтеграції «дерева цілей» цифровізації освітнього процесу та менеджменту ресурсозабезпечення і контрольно-наглядових заходів оцінювання ефективності результатів освітньої діяльності; *соціальну відповідальність* (у організації освітнього процесу неперервної професійної підготовки) за реалізацію цифровізації в освітній та професійній діяльності і передбачає використання засобів цифровізації, відповідального ставлення до «цифрового сліду» та використання інформації, налагодження телекомунікацій та інформаційної безпеки професійної діяльності, впливу застосування в організації освітнього процесу цифрових і педагогічних технологій у проєкції суспільних трансформацій розбудови цифрової інфраструктури телекомунікацій; *академічну доброчесність* усіх учасників освітнього процесу реалізує принципи корпоративної етики у інформаційно-цифровому функціоналі за видами діяльності в ЗВО (інформаційно-телекомунікаційних платформ, ШІ, цифрових ресурсів навчання, АСК успішності та забезпечення якості, цифрового банкінгу, мережових телекомунікацій та програмних результатів навчання) забезпечує достовірність, прозорість та відповідальність у неперервній професійній підготовці, що формує довіру до інформатизації освітнього процесу та формує гарантії якості надання послуг; як комплекс взаємоузгоджених організаційних (організація теоретичної і практичної підготовки у визначених формах практикоорієнтованого навчання – змішаного, дистанційного, адаптивного, мобільного та хмарного та мікронавчання, інтеграція цифрових і освітніх технологій в запропонованих освітніх компонентах, організація практик у виробничих і квазіпрофесійних умовах), дидактичних (модернізації та осучаснення змістового наповнення циклів професійної підготовки, інтеграція проблемно-пошукового навчання з проєктною діяльністю та симуляційною організацією його практикоорієнтованості зі застосуванням цифрових тренажерів і проблемних лабораторій і полігонів), науково-методичних (забезпечення втілення та апробації конструкту «Цифровий двійник» з методичним органайзером

інформаційно-технологічного супроводу освітніх компонентів, практики і засобів діагностики програмних результатів навчання здобувачів освіти) та організаційно-управлінських процедур (стратегій цифровізації в сфері та в ЗВО, адміністративне регулювання координація залученості учасників освітньої діяльності, моніторинг і контроль за результатами, самоаналіз якості й безпеки, гарантії відповідності за ліцензованими видами діяльності встановленим вимогам технічного і правового регулювання, інституційний інформаційний менеджмент).

До других (інформаційно-технологічних) умов віднесено – *безпека цифрового середовища* (уможливлює безпечне функціонування інформаційних процесів і потоків і конфіденційність інформації) забезпечує функції інформаційного захисту, безпеки ресурсів цифровізації, захист персональних даних, цілісну єдність інформації в системі підготовки, доступність цифрових сервісів, мережеву безпеку інформаційної системи ЗВО; *якість підготовки майбутніх фахівців* втілює реалізації педагогічної умови нерозривно пов'язаною з результативністю освітньої діяльності, яка підтверджується метрикою критеріального апарату оцінювання динаміки рівнів сформованих готовностей, завдяки інтеграції практикоорієнтованого навчання, запропонованого конструкту «Цифровий двійник» та індивідуалізації моніторингу якості освітнього процесу і наближення його до умов професійних середовищ зайнятості; *відповідність вимогам провадження освітньої діяльності (ліцензування та акредитація)*, що нерозривно пов'язано зі застосуванням процесного підходу здійснення публічного управління та адміністрування у ЗВО у контексті незалежного врядування, у підсумку забезпечується не лише технологічна і функціональна відповідність, а інституційна легітимність якості впровадження неперервної професійної підготовки майбутніх фахівців. Таким чином, першими (організаційно-методичними) умовами забезпечено регулювання організації освітнього процесу, науково-методичну доцільність функціональної Моделі та конструкту «Цифровий двійник», соціальну відповідальність та академічну доброчесність цифровізації, а другими

(інформаційно-технологічними) умовами технологічно зrealізовано відповідність нормативам унормування та якості й безпеки освітньої діяльності ЗВО.

3.2 Педагогічний експеримент щодо встановлення ефективності функціональної моделі практики впровадження засобів цифровізації у професійній освіті педагогічних працівників для організації професійної підготовки майбутніх фахівців сфери телекомунікацій

Організація педагогічного експерименту з метою встановлення ефективності функціональної моделі практики впровадження засобів цифровізації у професійній освіті педагогічних працівників для організації професійної підготовки майбутніх фахівців сфери телекомунікацій реалізовано при залученні контингенту учасників освітнього процесу провідних ЗВО – Український державний університет імені Михайла Драгоманова, Державний університет інформаційно-комунікаційних технологій, Університет Григорія Сковороди в Переяславі, Національний університет «Київський авіаційний інститут» та Харківський національний автомобільно-дорожній університет.

Контингент учасників педагогічного експерименту обрано серед майбутніх магістрів за спеціальністю 015 Професійна освіта за спеціалізаціями – Цифрові технології; Електроніка, метрологія та радіотелекомунікації як цільова аудиторія майбутніх педагогічних працівників (120 осіб), а також серед майбутніх бакалаврів спеціальності 172 Електронні комунікації та радіотехніка як цільова аудиторія майбутніх фахівців телекомунікацій (240 осіб).

Виокремлено етапи педагогічного експерименту, а саме – аксіологічний, констатувальний, формувальний та релевантний, з метою діагностики дуальності навчальних досягнень у формуванні готовностей до – впровадження засобів цифровізації у професійній освіті педагогічних працівників у сфері освіти, науки й інноватики та впровадження засобів цифровізації у професійній підготовці фахівців телекомунікацій у інженерно-технологічній сфері за розробленими програмою дослідження та критеріальними апаратами.

Метою аксіологічного етапу педагогічного дослідження є визначення ціннісних мотивів учасників експерименту здобувачів освіти щодо впровадження засобів цифровізації у майбутню професійну діяльність, актуалізація проблеми дослідження серед здобувачів освіти та рівномірного укомплектування їх складу.

На аксіологічному етапі педагогічного експерименту за модифікованою методикою дослідження ціннісних мотивів здобувачів освіти щодо впровадження засобів цифровізації (адаптованою за М. Рокичем [21, 22, 23]) діагностовано ціннісне ставлення (умотивування) реципієнтів до впровадження засобів цифровізації при організації освітнього процесу (для педагогічних працівників) та забезпечення майбутньої професійної діяльності (для фахівців сфери телекомунікації).

На відміну від класичної версії методики М. Рокича (Rokeach Value Survey) комплекс термінальних та інструментальних цінностей було модифіковано шляхом долучення – цифрових, педагогічних, технологічних та інноваційних цінностей, які відображають семантику процесу організації професійної освіти педагогічних працівників та професійної підготовки майбутніх фахівців сфери телекомунікацій в умовах соціальної турбулентності. Результати ранжування дали змогу визначити рівень сформованості – ціннісного ставлення (умотивування) до впровадження засобів цифровізації, готовності до реалізації інноваційної професійної діяльності та внутрішньої мотивації неперервного професійного розвитку фахівців.

Згідно інструкції здобувачам освіти пропонується опитувальник (табл.3.6), в якому представлено два переліка цінностей – професійних (термінальних) та інструментальних (особистісних). Необхідно ранжувати їх від 1 до 18, де 1 – це найважливіша цінність, а 18 – є найменш вагома, на власне судження респондентів.

Таблиця 3.6

**Опитувальник за модифікованою методикою дослідження ціннісних
мотивацій здобувачів освіти щодо впровадження засобів цифровізації
(адаптованою за М. Рокичем)**

Термінальні цінності	вага	Інструментальні цінності	вага
1. Високий рівень цифрової компетентності		1. Соціальна відповідальність	
2. Професійне самовдосконалення		2. Цифрова грамотність	
3. Готовність до впровадження засобів цифровізації у майбутню професійну діяльність		3. Креативність	
4. Якісна професійна освіта педагогічних працівників/професійна підготовка майбутніх фахівців телекомунікацій		4. Самостійність	
5. Академічна етика і доброчесність		5. Готовність до навчання	
6. Інноваційна педагогічна/професійна діяльність		6. Комуникабельність	
7. Цифрова культура фахівця		7. Ініціативність	
8. Інформаційна безпека		8. Технологічне мислення	
9. Неперервний професійний розвиток		9. Критичне мислення	
10. Конкурентоспроможність на ринку праці		10. Організованість	
11. Розвиток творчого потенціалу		11. Гнучкість	
12. Самореалізація у професійній діяльності		12. Відкритість новому	
13. Використання цифрових засобів		13. Наполегливість	
14. Професійне лідерство		14. Толерантність	
15. Відкритість до інновацій		15. Академічна етика і доброчесність	
16. Якість освітнього процесу		16. Професійна мобільність	
17. Соціальна відповідальність		17. Інноваційність	
18. Розвиток цифрової інфраструктури		18. Рефлексивність	

Ключ до модифікованої методики дослідження ціннісних мотивацій здобувачів освіти щодо впровадження засобів цифровізації (адаптованої за М. Рокичем) є авторською пропозицією до оцінювання за сумою рангів професійних (термінальних) та особистісних (інструментальних) цінностей, які безпосередньо характеризують готовність здобувачів освіти до впровадження засобів цифровізації.

При ранжуванні цінностей використано шкалу від 1 до 18, де: 1 – найважливіша цінність; 18 – найменш вагома. Оскільки менший ранг свідчить про вищу значущість цінності, для статистичної обробки результати

переводяться у бальну систему за принципом зворотного кодування, де за 1-й рангом цінність оцінено в 18 балів, 2-й – 17 балів і відповідно 18-й ранг – це 1 бал.

Максимальна кількість балів становить за термінальні цінності – 324 бали (18×18), так і за інструментальні цінності – 324 бали, при цьому загальний результат – 648 балів.

Для визначення рівня сформованості ціннісної мотивації здобувачів освіти обчислюється інтегральний показник:

$$I = \sum B : 648 \times 100\% \quad (3.1),$$

де: I – інтегральний показник сформованості ціннісної мотивації;

$\sum B$ – загальна кількість набраних балів;

648 – максимально можлива кількість балів.

Таблиця 3.7

Інтерпретація результатів

Рівень	Інтегральний показник	Характеристика
Високий	75–100 % (486–648 балів)	Стійка професійна мотивація до впровадження засобів цифровізації, усвідомлення їх ваги для майбутньої професійної діяльності, орієнтація на застосування інновацій, прагнення до професійного розвитку та формування цифрової культури та самореалізації
Достатній	50–74 % (324–485 балів)	Позитивне ставлення до цифровізації професійної діяльності, сформовані основні професійні та особистісні цінності, проте мотивація має ситуативний характер і потребує подальшого розвитку
Низький	до 49 % (до 323 балів)	Недостатня мотивація до використання засобів цифровізації, низька пріоритетність професійних та цифрових цінностей, переважання зовнішніх мотивів професійної діяльності

Високий рівень аксіологічно-мотиваційного критерію характеризується пріоритетністю таких цінностей, як:

- готовність до впровадження засобів цифровізації;
- високий рівень цифрової компетентності;
- професійне самовдосконалення;

- неперервний професійний розвиток;
- інноваційна професійна (педагогічна) діяльність;
- цифрова культура;
- інформаційна безпека;
- якісна професійна освіта;
- відкритість до інновацій;
- використання цифрових засобів.

Серед інструментальних цінностей визначальними є:

- цифрова грамотність;
- технологічне мислення;
- критичне мислення;
- готовність до навчання;
- професійна мобільність;
- інноваційність;
- креативність;
- соціальна відповідальність;
- рефлексивність;
- відкритість новому.

Здійснено рівномірний розподіл контингенту учасників педагогічного експерименту на контрольну (далі – КГ) та експериментальну (далі – ЕГ) групи, що для освітнього ступеня «Магістр» становило – ЕГ (62 особи) та КГ (58 осіб), а для освітнього ступеня «Бакалавр» – ЕГ (119 осіб) та КГ (121 особа).

Метою констатувального етапу педагогічного дослідження є первинна діагностика рівнів сформованості готовності педагогічних працівників до впровадження засобів цифровізації у професійній освіті та майбутніх фахівців сфери телекомунікацій до використання засобів цифровізації у професійній діяльності, а також встановлення/підтвердження статистичної однорідності ЕГ та КГ.

Під час констатувального експерименту здійснено анкетування за авторською анкетой з метою визначення рівнів сформованої готовності до

впровадження засобів цифровізації у професійній освіті педагогічних працівників (ОС «Магістр») у сфері освіти, науки й інноватики за критеріями – аксіологічно-мотиваційним, комунікаційним та технологічним освітньо-педагогічним (табл. 3.8).

Таблиця 3.8

Рівні готовності до впровадження засобів цифровізації у професійній освіті педагогічних працівників у сфері освіти, науки й інноватики у ЕГ та КГ на констатувальному етапі педагогічного експерименту

Рівні	Критерії											
	Аксіологічно-мотиваційний				Комунікаційний				Технологічний освітньо-педагогічний			
	ЕГ		КГ		ЕГ		КГ		ЕГ		КГ	
	к-сть осіб	%	к-сть осіб	%	к-сть осіб	%	к-сть осіб	%	к-сть осіб	%	к-сть осіб	%
Високий	13	21,0	12	20,7	12	19,4	11	19,0	7	11,3	6	10,3
Достатній	25	40,3	24	41,4	25	40,3	23	39,7	25	40,3	24	41,4
Низький	24	38,7	22	37,9	25	40,3	24	41,3	30	48,4	28	48,3
Всього	<i>62</i>	<i>100</i>	<i>58</i>	<i>100</i>	<i>62</i>	<i>100</i>	<i>58</i>	<i>100</i>	<i>62</i>	<i>100</i>	<i>58</i>	<i>100</i>
<i>Всього – 120 осіб, з них ЕГ – 62 особи, КГ – 58 особи</i>												

Аналіз показників рівнів готовності до впровадження засобів цифровізації у професійній освіті педагогічних працівників у сфері освіти, науки й інноватики (ОС «Магістр») на констатувальному етапі педагогічного експерименту засвідчив (рис. 3.2), що в ЕГ за аксіологічно-мотиваційним критерієм високий рівень готовності виявлено у 21,0% респондентів, достатній – у 40,3%, низький – у 38,7%; за комунікаційним критерієм виявлено рівні – високий (19,4%), достатній (40,3%) та низький (40,3%); за технологічним освітньо-педагогічним критерієм – високий (11,3%), достатній (40,3%) та низький (48,4%) рівні готовності респондентів.

У КГ відповідно отримано результати за: аксіологічно-мотиваційним критерієм – високий рівень 20,7%, достатній – 41,4% та низький – 37,9%; комунікаційним критерієм відповідно – високий (19,0%), достатній (39,7%) та низький (41,3%); технологічним освітньо-педагогічним критерієм – високий (10,3%), достатній (41,4%) та низький (48,3%) рівні готовності респондентів ОС «Магістр».

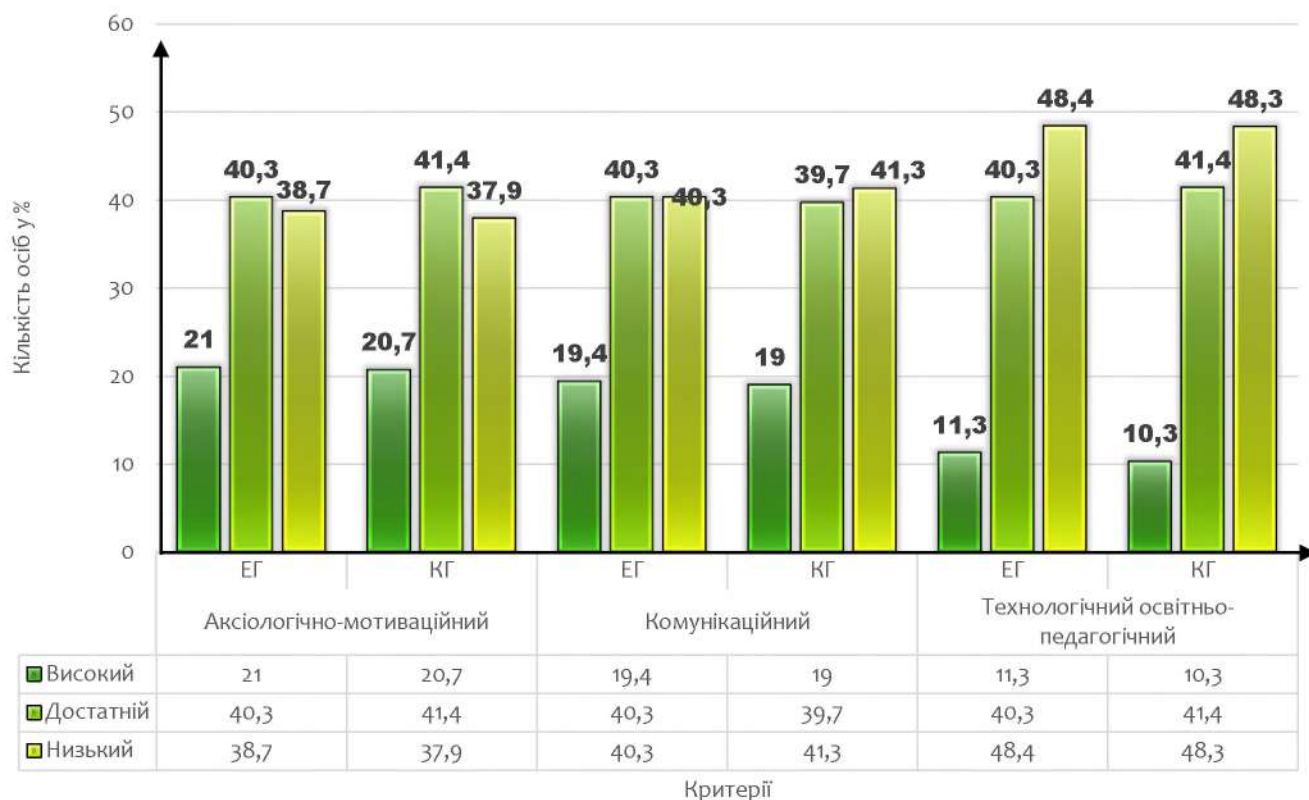


Рис. 3.2. Рівні готовності до впровадження засобів цифровізації у професійній освіті педагогічних працівників у сфері освіти, науки й інноватики у ЕГ та КГ на констатувальному етапі педагогічного експерименту, у %

Порівняльний аналіз отриманих результатів свідчить про аліквотний розподіл рівнів готовності в ЕГ ($n = 62$ особи) і КГ ($n = 58$ осіб) на констатувальному етапі педагогічного експерименту. Відмінності між показниками ЕГ і КГ є незначними та коливаються в межах від 0,1% до 1,1%, що підтверджує їх однорідність і забезпечує коректність подальшого проведення формувального етапу педагогічного експерименту та порівняння його результатів.

На констатувальному етапі педагогічного експерименту було визначено рівні готовності майбутніх фахівців сфери телекомунікацій (ОС «Бакалавр») до забезпечення впровадження засобів цифровізації за функціональним призначенням зайнятості за критеріями – аксіологічно-мотиваційним, комунікаційним та технологічним теле-радіо-комунікаційним (табл. 3.9).

Таблиця 3.9

**Рівні сформованості готовності майбутніх фахівців сфери
телекомунікацій до забезпечення впровадження засобів цифровізації за
функціональним призначенням зайнятості у ЕГ та КГ на
констатувальному етапі педагогічного експерименту**

Рівні	Критерії											
	Аксіологічно-мотиваційний				Комунікаційний				Технологічний телерадіо-комунікаційний			
	ЕГ		КГ		ЕГ		КГ		ЕГ		КГ	
	к-сть осіб	%	к-сть осіб	%	к-сть осіб	%	к-сть осіб	%	к-сть осіб	%	к-сть осіб	%
Високий	21	17,6	24	19,8	15	12,6	16	13,2	11	9,2	14	11,6
Достатній	55	46,2	57	47,1	55	46,2	57	47,1	53	44,5	54	44,6
Низький	43	36,2	40	33,1	49	41,2	48	39,7	55	46,3	53	43,8
Всього	<i>119</i>	<i>100</i>	<i>121</i>	<i>100</i>	<i>119</i>	<i>100</i>	<i>121</i>	<i>100</i>	<i>119</i>	<i>100</i>	<i>121</i>	<i>100</i>
<i>Всього – 240 осіб, з них ЕГ – 119 осіб, КГ – 121 особа</i>												

Аналіз показників рівнів готовності майбутніх фахівців сфери телекомунікацій (ОС «Бакалавр») до забезпечення впровадження засобів цифровізації за функціональним призначенням зайнятості (рис.3.3) на констатувальному етапі педагогічного експерименту засвідчив відсутність суттєвих відмінностей між ЕГ (n = 119 осіб) та КГ (n = 121 особи). Так, у ЕГ встановлено показники рівнів готовності за критеріями: аксіологічно-мотиваційним (високий рівень – 17,6%, достатній – 46,2%, низький – 36,2%); комунікаційним (високий рівень – 12,6%, достатній – 46,2%, низький – 41,2%) та технологічним телерадіо-комунікаційним (високий рівень – 9,2%, достатній – 44,5%, низький – 46,3%). У КГ встановлено показники рівнів готовності: за аксіологічно-мотиваційним критерієм високий рівень становив 19,8%, достатній – 47,1%, низький – 33,1%; за комунікаційним – відповідно 13,2%, 47,1% та 39,7% та технологічним телерадіо-комунікаційним – 11,6%, 44,6% та 43,8%. Отримані результати свідчать про практично аліквотний розподіл рівнів готовності в ЕГ та КГ, що підтверджує їх статистичну однорідність і забезпечує коректність подальшого порівняння результатів формувального етапу експерименту.

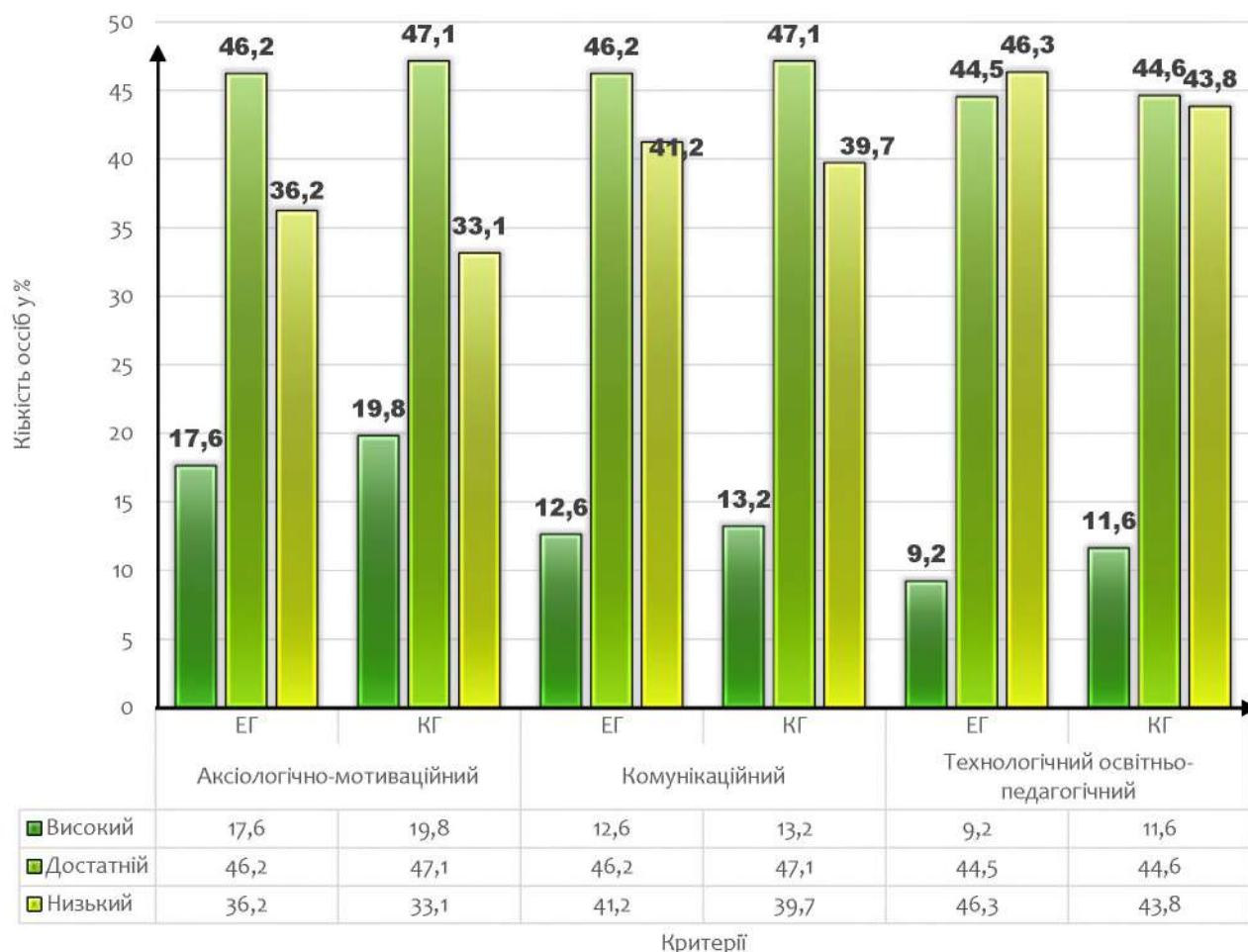


Рис. 3.3. Рівні сформованості готовності майбутніх фахівців сфери телекомунікацій до забезпечення впровадження засобів цифровізації за функціональним призначенням зайнятості у ЕГ та КГ на констатувальному етапі педагогічного експерименту, у %

Здійснено порівняльний аналіз отриманих результатів, який свідчить про однорідність ЕГ та КГ, різниця між ними має амплітуду від 0,1% до 3,1%.

Для перевірки статистичної однорідності ЕГ та КГ на констатувальному етапі педагогічного експерименту було сформовано дві пари статистичних гіпотез, оскільки у дослідженні є дві генеральні сукупності: майбутні педагогічні працівники (здобувачі ОС «Магістр» спеціальності 015 Професійна освіта (за спеціалізаціями – цифрові технології та електроніка, метрологія та радіотелекомунікації)) та майбутні фахівці сфери телекомунікацій (здобувачі ОС «Бакалавр» спеціальності 172 «Електронні комунікації та радіотехніка»).

Перша нульова гіпотеза (H_{01}) полягає у припущенні, що ймовірності розподілу респондентів ЕГ та КГ (ОС «Магістр») за рівнями сформованості готовності до впровадження засобів цифровізації у професійній освіті педагогічних працівників у сфері освіти, науки й інноватики є однаковими, тобто

$$p_{1i} = p_{2i}, \text{ де } i=1,2,\dots, L,$$

де $L=3$ – кількість рівнів (високий, достатній, низький) сформованості готовності до впровадження засобів цифровізації у професійній освіті педагогічних працівників у сфері освіти, науки й інноватики.

Отже, припущення, що відмінності між показниками ЕГ та КГ (ОС «Магістр») мають випадковий характер і не пов'язано із адміністративним впливом формування груп.

Перша альтернативна гіпотеза (H_{11}) передбачає, що хоча б для одного із рівнів сформованості готовності виконується нерівність $p_{1i} \neq p_{2i}$, тобто статистично значущі відмінності між ЕГ та КГ (ОС «Магістр») є наслідком упровадження на формувальному етапі педагогічного експерименту функціональної моделі практики впровадження засобів цифровізації у професійній освіті педагогічних працівників для організації професійної підготовки майбутніх фахівців сфери телекомунікацій.

Аналогічно, друга нульова гіпотеза (H_{02}) полягає у припущенні, що ймовірності розподілу здобувачів ЕГ та КГ (ОС «Бакалавр») за рівнями сформованості готовності до використання засобів цифровізації у професійній діяльності майбутніх фахівців сфери телекомунікацій є однаковими, тобто

$$p_{1i} = p_{2i}, \text{ де } i=1,2,\dots, L,$$

де $L=3$ – кількість рівнів (високий, достатній, низький) сформованості готовності до використання засобів цифровізації у професійній діяльності майбутніх фахівців сфери телекомунікацій.

За цієї умови відмінності між ЕГ та КГ мають випадковий характер і не пов'язано з адміністративним впливом формування груп.

Друга альтернативна гіпотеза (H_{12}) передбачає, що хоча б для одного із рівнів сформованості готовності виконується співвідношення $p_{1i} \neq p_{2i}$, тобто

статистично значущі відмінності між ЕГ та КГ зумовлено впровадженням функціональної моделі практики впровадження засобів цифровізації у професійній підготовці майбутніх фахівців сфери телекомунікацій.

Для перевірки висунутих двох статистичних гіпотез на рівні значущості ($\alpha=0,05$) використано двосторонній критерій узгодженості Пірсона (χ^2), який дає змогу встановити, чи є відмінності між емпіричними розподілами ЕГ та КГ (ОС «Магістр» та ОС «Бакалавр») статистично значущими.

За формулою (3.2) обчислимо значення статистики для критерію $\chi^2_{\text{експ}}$ випадкової величини:

$$\chi^2_{\text{експ}} = N \times M \sum_{i=1}^L \frac{\left(\frac{n_i - m_i}{N - M}\right)^2}{n_i + m_i} \quad (3.2)$$

де:

N – чисельність ЕГ;

M – чисельність КГ;

L – кількість рівнів сформованості готовності;

n_i – кількість респондентів ЕГ, які належать до i -го рівня;

m_i – кількість респондентів КГ, які належать до i -го рівня.

Критичне значення критерію визначали за таблицею розподілу χ^2 для числа ступенів вільності $r=L-1=3-1=2$ та рівня статистичної значущості $\alpha=0,05$.

За цих умов критичне значення критерію становить $\chi_{\text{кр}}^2=5,991$.

Якщо виконується нерівність $\chi_{\text{експ}}^2 < \chi_{\text{кр}}^2$, то нульові гіпотези не відхиляється, що свідчать про статистичну однорідність ЕГ та КГ (окремо для ОС «Магістр» та ОС «Бакалавр»), але якщо $\chi_{\text{експ}}^2 > \chi_{\text{кр}}^2$, то нульові гіпотези (H_{01} та H_{02}) відхиляють і приймають альтернативні (H_{11} та H_{12}), що підтверджує статистично значущий дуальний вплив упровадження функціональної моделі практики впровадження засобів цифровізації у професійній освіті педагогічних працівників для організації професійної підготовки майбутніх фахівців сфери телекомунікацій.

Розрахунки згідно формули (3.2) мають результати для ОС «Магістр» за критеріями – аксіологічно-мотиваційним ($\chi^2_{\text{експ}} = 0,0140$); комунікаційним ($\chi^2_{\text{експ}}$

= 0,0139) та технологічний освітньо-педагогічним ($\chi^2_{\text{експ}} = 0,0330$), що для всіх трьох критеріїв при рівні значущості $\alpha=0,05$ та критичному значенні $\chi^2_{\text{кр}}=5,991$ виконується нерівність $\chi^2_{\text{експ}} < \chi^2_{\text{кр}}$, а отже свідчать про статистичну однорідність ЕГ та КГ (ОС «Магістр»).

Результати обчислення згідно формули (3.2) для ОС «Бакалавр» за критеріями – аксіологічно-мотиваційним ($\chi^2_{\text{експ}} = 0,3275$); комунікаційним ($\chi^2_{\text{експ}} = 0,0616$) та технологічний теле-радіо-комунікаційний ($\chi^2_{\text{експ}} = 0,3897$), що для всіх трьох критеріїв при рівні значущості $\alpha=0,05$ та критичному значенні $\chi^2_{\text{кр}}=5,991$ виконується нерівність $\chi^2_{\text{експ}} < \chi^2_{\text{кр}}$, а отже свідчать про статистичну однорідність ЕГ та КГ (ОС «Бакалавр»).

Отже, нульові гіпотези (H_{01} та H_{02}) не відхиляється, а ЕГ та КГ (як для ОС «Магістр», так і для ОС «Бакалавр») є обидві статистично однорідними на констатувальному етапі педагогічного експерименту, що підтверджує коректність формування вибірки та дає підстави для подальшої перевірки ефективності функціональної моделі практики впровадження засобів цифровізації у професійній освіті педагогічних працівників для організації професійної підготовки майбутніх фахівців сфери телекомунікацій на формувальному етапі педагогічного експерименту.

Метою формувального етапу педагогічного експерименту є експериментально упровадити функціональну модель практики впровадження засобів цифровізації у професійній освіті педагогічних працівників для організації професійної підготовки майбутніх фахівців сфери телекомунікацій, реалізувати визначені організаційно-методичні та інформаційно-технологічні умови її забезпечення, методичне забезпечення та інструментальну мережу практики цифровізації навчання «Цифровий двійник», а також оцінити динаміку сформованості готовностей респондентів.

На формувальному етапі педагогічного експерименту встановлено рівні сформованості готовності до впровадження засобів цифровізації у професійній освіті педагогічних працівників (ОС «Магістр») у сфері освіти, науки й інноватики (табл. 3.10) згідно розробленої авторської анкети.

Таблиця 3.10

**Рівні сформованості готовності до впровадження засобів цифровізації
у професійній освіті педагогічних працівників у сфері освіти, науки й
інноватики в ЕГ та КГ на формуальному етапі експерименту**

Рівні	Критерії											
	Аксіологічно-мотиваційний				Комунікаційний				Технологічний освітньо-педагогічний			
	ЕГ		КГ		ЕГ		КГ		ЕГ		КГ	
	к-сть осіб	%	к-сть осіб	%	к-сть осіб	%	к-сть осіб	%	к-сть осіб	%	к-сть осіб	%
Високий	22	35,5	13	22,4	26	41,9	12	20,7	25	40,3	8	13,8
Достатній	33	53,2	27	46,6	30	48,4	28	48,3	29	46,8	25	43,1
Низький	7	11,3	18	31,0	6	9,7	18	31,0	8	12,9	25	43,1
Всього	<i>62</i>	<i>100</i>	<i>58</i>	<i>100</i>	<i>62</i>	<i>100</i>	<i>58</i>	<i>100</i>	<i>62</i>	<i>100</i>	<i>58</i>	<i>100</i>
<i>Всього – 120 осіб, з них ЕГ – 62 особи, КГ – 58 особи</i>												

Аналіз результатів формуального етапу педагогічного експерименту засвідчив позитивні зміни у рівнях сформованості готовності до впровадження засобів цифровізації у професійній освіті педагогічних працівників у сфері освіти, науки й інноватики за всіма визначеними критеріями у респондентів ЕГ, на відміну від КГ (рис.3.4).

За аксіологічно-мотиваційним критерієм в ЕГ високого рівня досягли 35,5%; достатнього – 53,2 %, тоді як низький рівень зафіксовано лише у 11,3% респондентів, натомість у КГ переважна кількість респондентів досягла достатнього (46,6 %) та низького (31,0 %) рівнів, тоді як високий рівень становив лише 22,4 %. За комунікаційним критерієм у респондентів ЕГ також переважав високий (41,9 %) та достатній (48,4%) рівні, а низький – лише у 9,7 % респондентів, натомість у КГ високий рівень виявлено у 20,7 %; достатній – у 48,3 %, а низький – у 31,0 % респондентів. За технологічним освітньо-педагогічним критерієм у ЕГ високий рівень виявлено у 40,3 % та достатній – у 46,8 %, а низький –у 12,9 % респондентів, натомість у КГ домінував низький рівень (43,1 %), аналогічно достатній становив 43,1 %, а високий рівень встановлено у 13,8 % респондентів.

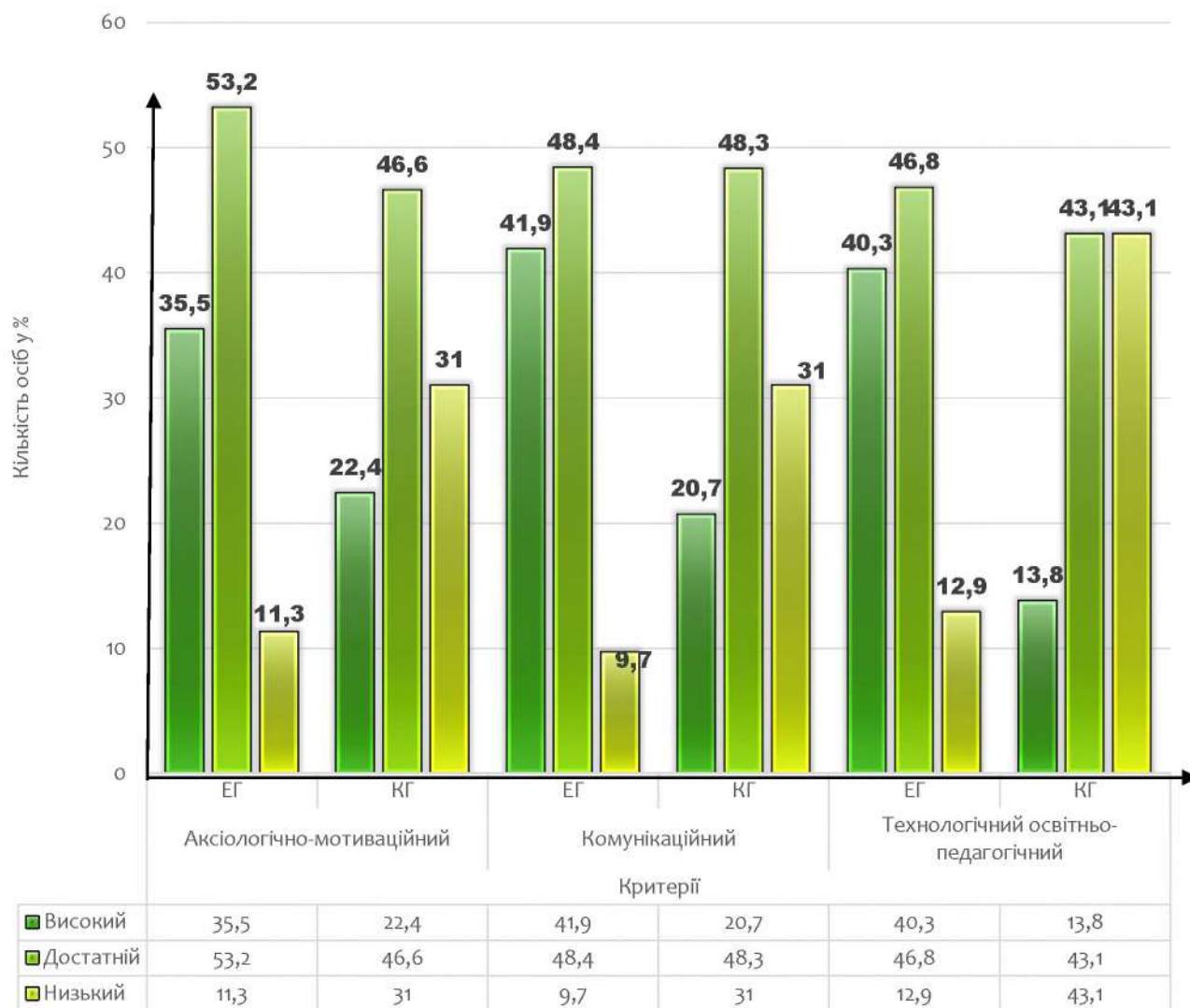


Рис. 3.4 Рівні сформованості готовності до впровадження засобів цифровізації у професійній освіті педагогічних працівників у сфері освіти, науки й інноватики в ЕГ та КГ на формуальному етапі експерименту, у %

Порівняння результатів отриманих на констатувальному (до) та формуальному (після) етапах педагогічного експерименту за рівнями сформованості готовності до впровадження засобів цифровізації у професійній освіті педагогічних працівників (ОС «Магістр») у сфері освіти, науки й інноватики в ЕГ та КГ наведено в таблиці 3.11.

Таблиця 3.11

Порівняльний аналіз рівнів сформованості готовності до впровадження засобів цифровізації у професійній освіті педагогічних працівників у сфері освіти, науки й інноватики в ЕГ та КГ на констатувальному (до) та формувальному (після) етапах експерименту, у %

Рівні	Критерії											
	Аксіологічно-мотиваційний				Комунікаційний				Технологічний освітньо-педагогічний			
	ЕГ		КГ		ЕГ		КГ		ЕГ		КГ	
	до	після	до	після	до	після	до	після	до	після	до	після
Високий	21,0	35,5	20,7	22,4	19,4	41,9	19,0	20,7	11,3	40,3	10,3	13,8
Достатній	40,3	53,2	41,4	46,6	40,3	48,4	39,7	48,3	40,3	46,8	41,4	43,1
Низький	38,7	11,3	37,9	31,0	40,3	9,7	41,3	31,0	48,4	12,9	48,3	43,1

Встановлено на формувальному етапі педагогічного експерименту (табл.3.12, рис. 3.5) чітке зростання за всіма трьома критеріями частки респондентів ЕГ із високим і достатнім рівнями сформованості готовності до впровадження засобів цифровізації у професійній освіті педагогічних працівників у сфері освіти, науки й інноватики та відповідне зменшення із низьким рівнем, тоді як у КГ суттєвих позитивних змін не виявлено.

Таблиця 3.12

Зведені показники рівнів сформованості готовності до впровадження засобів цифровізації у професійній освіті педагогічних працівників (ОС «Магістр») у сфері освіти, науки й інноватики в ЕГ і КГ до і після педагогічного експерименту, у %

Рівні	Групи	Критерії								
		Аксіологічно-мотиваційний			Комунікаційний			Технологічний освітньо-педагогічний		
		до	після	Δ	до	після	Δ	до	після	Δ
Високий	ЕГ	21,0	35,5	+14,5	19,4	41,9	+22,5	11,3	40,3	+29,0
	КГ	20,7	22,4	+01,7	19,0	20,7	+01,7	10,3	13,8	+03,5
Достатній	ЕГ	40,3	53,2	+12,9	40,3	48,4	+08,1	40,3	46,8	+06,5
	КГ	41,4	46,6	+05,2	39,7	48,3	+08,6	41,4	43,1	+01,7
Низький	ЕГ	38,7	11,3	-27,4	40,3	09,7	-30,6	48,4	12,9	-35,5
	КГ	37,9	31,0	-06,9	41,3	31,0	-10,3	48,3	43,1	-05,2

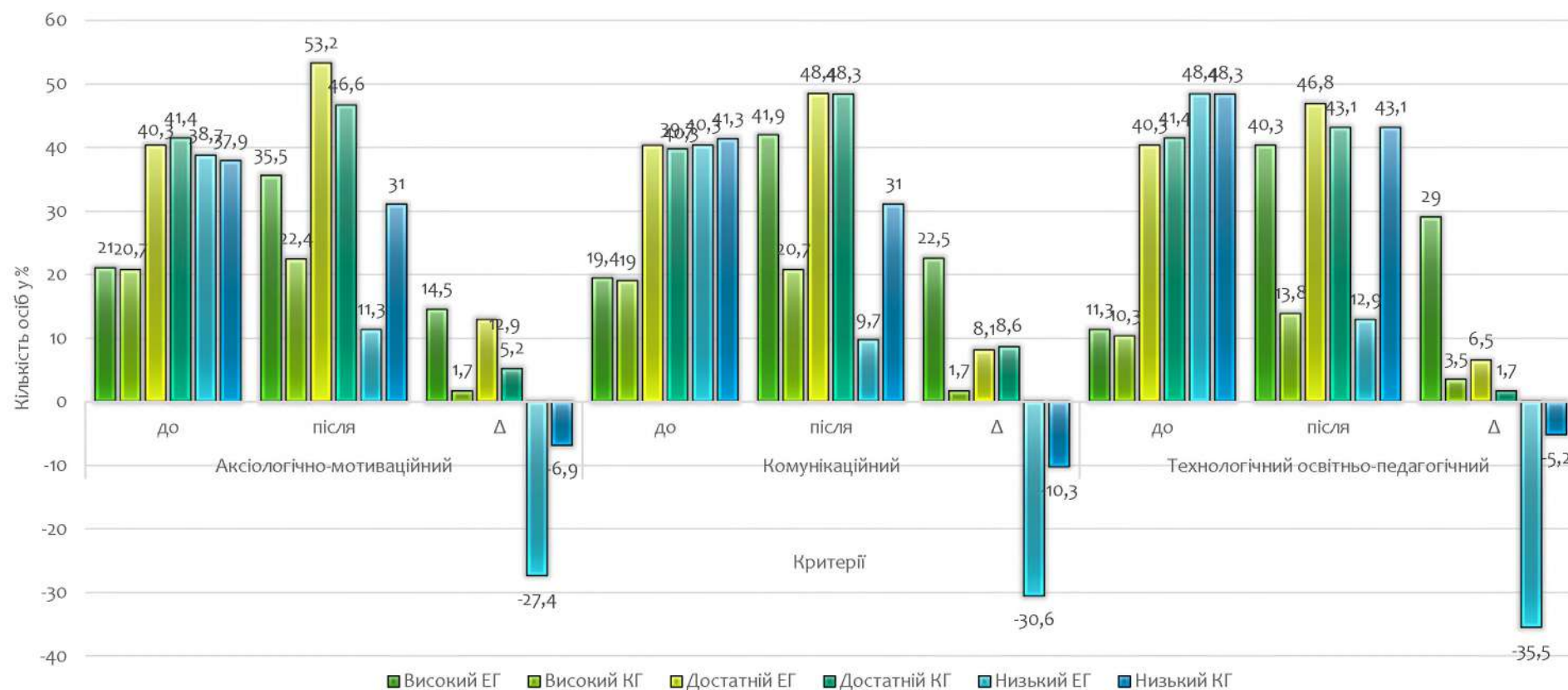


Рис. 3.5. Зведені показники рівнів сформованості готовності до впровадження засобів цифровізації у професійній освіті педагогічних працівників (ОС «Магістр») у сфері освіти, науки й інноватики в ЕГ і КГ до і після педагогічного експерименту, у %

На формувальному етапі педагогічного експерименту встановлено рівні сформованості готовності майбутніх фахівців сфери телекомунікацій (ОС «Бакалавр») до забезпечення впровадження засобів цифровізації за функціональним призначенням зайнятості в ЕГ та КГ (таблиця 3.13) згідно розробленої авторської анкети.

Таблиця 3.13

Рівні сформованості готовності майбутніх фахівців сфери телекомунікацій (ОС «Бакалавр») до забезпечення впровадження засобів цифровізації за функціональним призначенням зайнятості у ЕГ та КГ на формувальному етапі експерименту

Рівні	Критерії											
	Аксіологічно-мотиваційний				Комунікаційний				Технологічний телерадіо-комунікаційний			
	ЕГ		КГ		ЕГ		КГ		ЕГ		КГ	
	к-сть осіб	%	к-сть осіб	%	к-сть осіб	%	к-сть осіб	%	к-сть осіб	%	к-сть осіб	%
Високий	40	33,6	28	23,1	35	29,4	24	19,8	32	26,9	21	17,4
Достатній	70	58,8	66	54,5	71	59,7	62	51,2	69	58,0	60	49,6
Низький	9	07,6	27	22,3	13	10,9	35	29,0	18	15,1	40	33,0
Всього	119	100	121	100	119	100	121	100	119	100	121	100
<i>Всього – 240 осіб, з них ЕГ – 119 осіб, КГ – 121 особа</i>												

За результатами дослідження рівнів сформованості готовності майбутніх фахівців сфери телекомунікацій (ОС «Бакалавр») до забезпечення впровадження засобів цифровізації за функціональним призначенням зайнятості на формувальному етапі педагогічного експерименту (табл. 3.13, рис.3.6) встановлено позитивну динаміку показників у респондентів ЕГ за всіма визначеними критеріями, а саме за: аксіологічно-мотиваційним високого рівня досягли 33,6 % респондентів, достатнього – 58,8 %, тоді як частка респондентів із низьким рівнем зменшилася до 7,6 % респондентів; комунікаційним – високий рівень становив 29,4 %, достатній – 59,7 %, низький рівень – 10,9 % респондентів; за технологічним телерадіо-комунікаційним критерієм високий рівень виявлено у 26,9 %, достатній – у 58,0 %, низький – у 15,1 % респондентів. Разом з тим у КГ також зафіксовано позитивні зміни, проте менш виражені, а саме – за аксіологічно-мотиваційним критерієм високий рівень становив 23,1%,

достатній – 54,5 %, низький – 22,3 % респондентів; за комунікаційним критерієм – високий (19,8 %), достатній (51,2 %) та низький рівень у 29,0 % респондентів; за технологічним телерадіо-комунікаційним критерієм – високий (17,4 %), достатній (49,6 %) та низький рівень у 33,0 % респондентів.

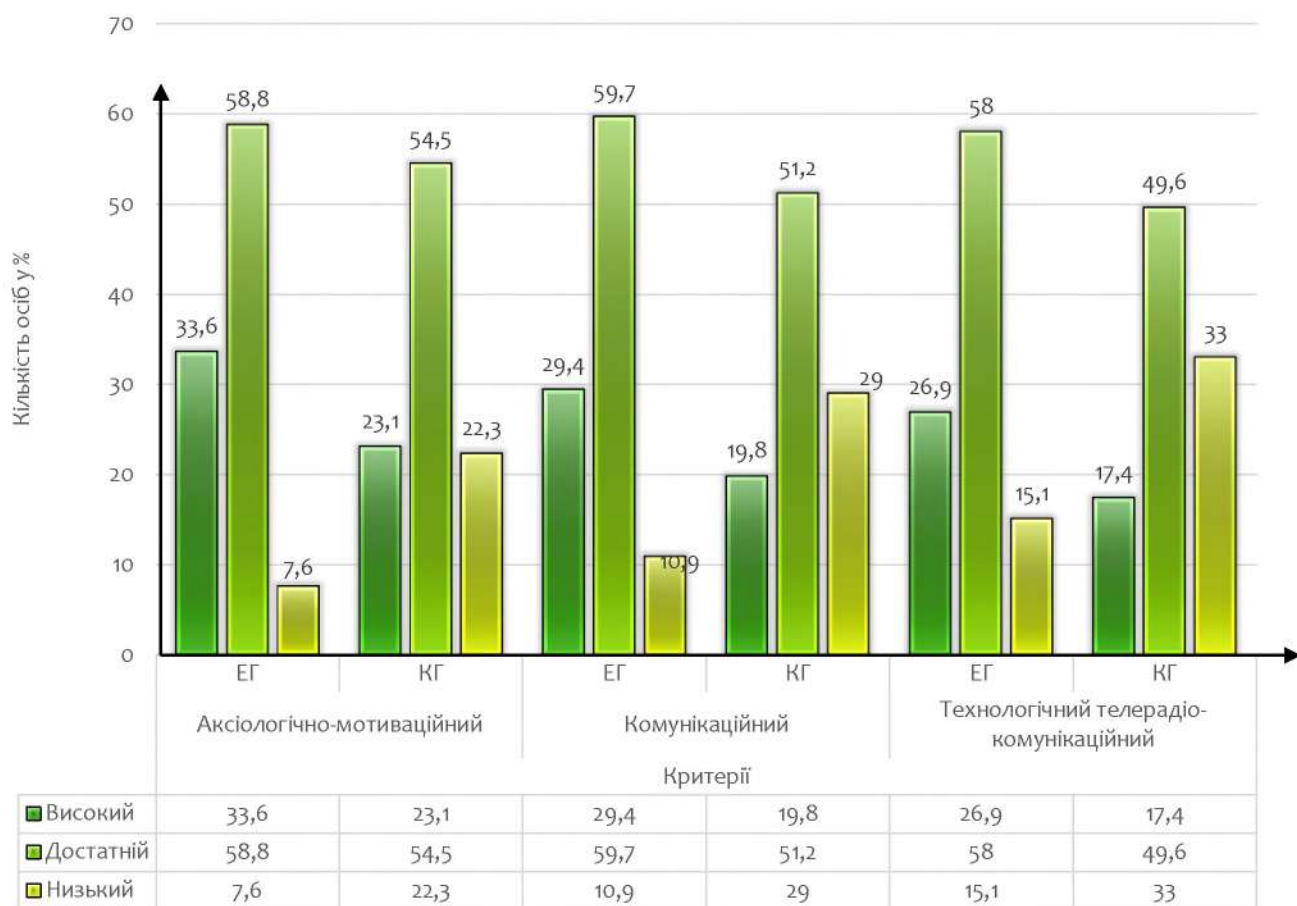


Рис. 3.6. Рівні сформованості готовності майбутніх фахівців сфери телекомунікацій (ОС «Бакалавр») до забезпечення впровадження засобів цифровізації за функціональним призначенням зайнятості в ЕГ та КГ на формуальному етапі експерименту, у %

Отримані результати свідчать про істотне зростання частки здобувачів освіти ЕГ з високим і достатнім рівнями сформованості готовності до забезпечення впровадження засобів цифровізації за функціональним призначенням зайнятості у порівнянні з КГ, що підтверджує ефективність функціональної моделі практики впровадження засобів цифровізації у професійній освіті педагогічних працівників для організації професійної

підготовки майбутніх фахівців сфери телекомунікацій у визначених організаційно-методичних та інформаційно-технологічних умовах її забезпечення.

Порівняльний аналіз отриманих результатів на констатувальному (до) та формувальному (після) етапах педагогічного експерименту (ОС «Бакалавр») засвідчив, що після впровадження функціональної моделі саме в ЕГ спостерігається більш виражене зростання частки здобувачів освіти з високим і достатнім рівнями готовності та відповідне зменшення частки респондентів із низьким рівнем за всіма критеріями, що підтверджує її ефективність (табл. 3.14).

Таблиця 3.14

Порівняльний аналіз рівнів сформованості готовності майбутніх фахівців сфери телекомунікацій (ОС «Бакалавр») до забезпечення впровадження засобів цифровізації за функціональним призначенням зайнятості ЕГ і КГ до і після педагогічного експерименту, у %

Рівні	Критерії											
	Аксіологічно-мотиваційний				Комунікаційний				Технологічний телерадіо-комунікаційний			
	ЕГ		КГ		ЕГ		КГ		ЕГ		КГ	
	до	після	до	після	до	після	до	після	до	після	до	після
Високий	17,6	33,6	19,8	23,1	12,6	29,4	13,2	19,8	9,2	26,9	11,6	17,4
Достатній	46,2	58,8	47,1	54,5	46,2	59,7	47,1	51,2	44,5	58,0	44,6	49,6
Низький	36,2	07,6	33,1	22,3	41,2	10,9	39,7	29,0	46,3	15,1	43,8	33,0

Аналіз зведених результатів педагогічного експерименту (табл. 3.15, рис. 3.7) засвідчив в ЕГ виражену позитивну динаміку рівнів сформованості готовності майбутніх фахівців сфери телекомунікацій (ОС «Бакалавр») до забезпечення впровадження засобів цифровізації за функціональним призначенням зайнятості, а саме: за аксіологічно-мотиваційним критерієм частка здобувачів освіти із високим рівнем готовності збільшилася на 16,0 %, а із достатнім рівнем – на 12,6 %, за рахунок зменшення кількості респондентів (-28,6 %) із низьким рівнем. У КГ зміни були менш вираженими: приріст високого рівня становив 3,3 %, достатнього – 7,4 %, а низький рівень зменшився на 10,8

%. За комунікаційним критерієм у ЕГ відбулося найбільше зростання високого (+16,8 %) та достатнього (+13,5 %) рівнів, що спричинено суттєвим зменшенням частки (–30,3 %) респондентів з низьким рівнем. У КГ відповідні зміни були значно меншими і становили: високий рівень – (+6,6 %), достатній – (+4,1 %), а зменшення низького рівня – (–10,7 %).

Аналогічна тенденція простежується за технологічним теле-радіо-комунікаційним критерієм: у ЕГ високий рівень зріс на 17,7 %, достатній – на 13,5 %, тоді як низький рівень зменшився на 31,2 %. У КГ приріст високого та достатнього рівнів становив відповідно 5,8 % і 5,0 %, а зменшення низького рівня (– 10,8 %) респондентів.

Таблиця 3.15

Зведені показники рівнів сформованості готовності майбутніх фахівців сфери телекомунікацій (ОС «Бакалавр») до забезпечення впровадження засобів цифровізації за функціональним призначенням зайнятості у ЕГ і КГ до і після педагогічного експерименту, у %

Рівні	Групи	Критерії								
		Аксіологічно-мотиваційний			Комунікаційний			Технологічний телерадіо-комунікаційний		
		К	Ф	Δ	К	Ф	Δ	К	Ф	Δ
Високий	ЕГ	17,6	33,6	+16,0	12,6	29,4	+16,8	9,2	26,9	+17,7
	КГ	19,8	23,1	+03,3	13,2	19,8	+06,6	11,6	17,4	+05,8
Достатній	ЕГ	46,2	58,8	+12,6	46,2	59,7	+13,5	44,5	58,0	+13,5
	КГ	47,1	54,5	+07,4	47,1	51,2	+04,1	44,6	49,6	+05,0
Низький	ЕГ	36,2	07,6	–28,6	41,2	10,9	–30,3	46,3	15,1	–31,2
	КГ	33,1	22,3	–10,8	39,7	29,0	–10,7	43,8	33,0	–10,8

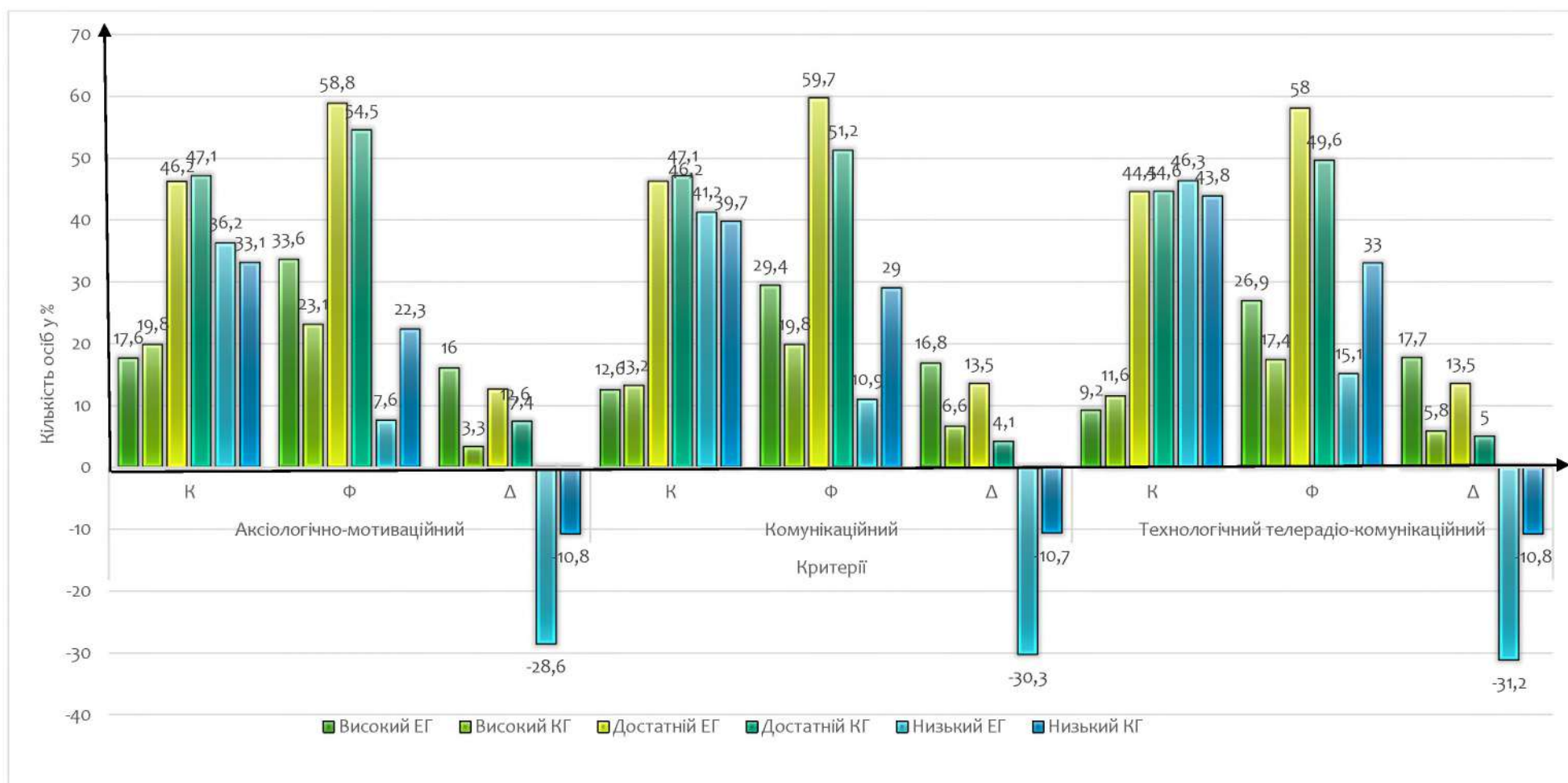


Рис. 3.7. Зведені показники рівнів сформованості готовності майбутніх фахівців сфери телекомунікацій (ОС «Бакалавр») до забезпечення впровадження засобів цифровізації за функціональним призначенням зайнятості у ЕГ і КГ до і після педагогічного експерименту, у %

За результатами педагогічного експерименту встановлено, що динаміка показників рівнів сформованості готовності майбутніх фахівців сфери телекомунікацій (ОС «Бакалавр») до забезпечення впровадження засобів цифровізації за функціональним призначенням зайнятості у ЕГ перевищує відповідні показники КГ, що підтверджує ефективність запропонованої функціональної моделі у організаційно-методичних й інформаційно-технологічних умовах її реалізації.

Метою релевантного етапу педагогічного експерименту було заплановано здійснити комплексне оцінювання дуального феномену ефективності функціональної моделі практики впровадження засобів цифровізації у професійній освіті педагогічних працівників для організації професійної підготовки майбутніх фахівців сфери телекомунікацій у визначених організаційно-методичних та інформаційно-технологічних умовах її забезпечення, проведення статистичного аналізу результатів педагогічного експерименту, а також підтвердження або спростування статистичних гіпотез задля обґрунтування практичної доцільності упровадження результатів у систему професійної освіти педагогічних працівників і професійної підготовки майбутніх фахівців сфери телекомунікацій.

Для остаточного підтвердження впливу авторського доробку на зміну якісних показників, необхідно статистично перевірити висунуті гіпотези за критерієм узгодженості Пірсона (χ^2).

На релевантному етапі педагогічного експерименту отримано емпіричні значення критерію Пірсона для ОС «Магістр»: за аксіологічно-мотиваційним критерієм $\chi^2_{\text{експ}} = 7,797$; за комунікаційним критерієм $\chi^2_{\text{експ}} = 11,363$; за технологічним освітньо-педагогічним критерієм $\chi^2_{\text{експ}} = 18,240$, що перевищує критичне значення $\chi^2_{\text{кр}} = 5,991$ і дає підстави відхилити першу нульову гіпотезу (H_{01}) та прийняти альтернативну гіпотезу (H_{11}) про наявність статистично значущих відмінностей між результатами ЕГ та КГ. Отримані результати підтверджують, що позитивна динаміка рівнів сформованості готовності майбутніх педагогічних працівників (ОС «Магістр») до забезпечення впровадження засобів цифровізації є наслідком цілеспрямованого впровадження розробленої

функціональну модель практики впровадження засобів цифровізації у професійній освіті педагогічних працівників для організації професійної підготовки майбутніх фахівців сфери телекомунікацій у визначених організаційно-методичних та інформаційно-технологічних умовах її забезпечення.

Таким чином, результати статистичної перевірки за критерієм Пірсона підтверджують обидві гіпотези дослідження.

На релевантному етапі педагогічного експерименту для ОС «Бакалавр» за всіма критеріями розраховано значення критерію Пірсона (аксіологічно-мотиваційним ($\chi^2_{\text{експ}} = 11,219$), комунікаційним ($\chi^2_{\text{експ}} = 12,727$) та технологічним теле-радіо-комунікаційним ($\chi^2_{\text{експ}} = 11,240$)), які перевищують критичне значення $\chi^2_{\text{кр}} = 5,991$ ($df = 2$; $\alpha = 0,05$), а відповідні р-значення є меншими за 0,05, що дає підстави відхилити другу нульову гіпотезу H_0 та прийняти альтернативну гіпотезу H_1 . Отже, між ЕГ та КГ ОС «Бакалавр» також встановлено статистично значущі відмінності, що підтверджують ефективність авторської функціональної моделі впровадження засобів цифровізації у професійну підготовку майбутніх фахівців сфери телекомунікацій.

Висновки до третього розділу

Здійснено теоретичне обґрунтування, проектування та верифікація функціональної моделі практики впровадження засобів цифровізації у професійній освіті педагогічних працівників для організації професійної підготовки майбутніх фахівців сфери телекомунікацій, яку розроблено у синергії цільової, методологічної, методично-організаційної, змістової, інформаційно-технологічної та метричної підсистем, забезпечуючи цілісність професійної освіти педагогічних працівників і професійної підготовки майбутніх фахівців сфери телекомунікацій у організаційно-методичних та інформаційно-технологічних умовах реалізації функціональної моделі. Практична реалізація функціональної моделі здійснювалася шляхом інтеграції сучасних цифрових платформ, спеціалізованого телекомунікаційного програмного забезпечення, інструментальної мережі практики «Цифровий двійник», інноваційних педагогічних технологій, цифрових

освітніх ресурсів і засобів професійного моделювання.

Виокремлено організаційно-методичні умови забезпечення функціональної Моделі визначаємо як належне врядування в освітній, науковій та інноваційній сфері, соціальна відповідальність, академічна доброчесність. Потрактовуємо як сукупність взаємопов'язаних організаційних, дидактичних, методичних та управлінських заходів, що забезпечують цілеспрямоване впровадження засобів цифровізації у професійну освіту педагогічних працівників та професійну підготовку майбутніх фахівців сфери телекомунікацій, сприяють формуванню їх готовності до професійної діяльності в умовах цифрової трансформації освіти та інженерно-технологічної сфери. Інформаційно-технологічні умови виокремлюємо у складових таких, як безпека цифрового середовища, якість підготовки майбутніх фахівців та відповідність вимогам провадження освітньої діяльності (ліцензування та акредитація). Визначаємо це сукупність організаційних, програмно-технічних, інформаційно-комунікаційних та цифрових ресурсів, технологій і сервісів, що забезпечують функціонування цифрового освітнього середовища, інтеграцію сучасних засобів цифровізації в освітній процес, професійну взаємодію його учасників, інформаційну безпеку та формування готовності майбутніх фахівців сфери телекомунікацій до професійної діяльності в умовах цифрової трансформації.

Обґрунтовано та розроблено критеріальні апарати діагностики рівнів (низький, достатній та високий) сформованості готовності педагогічних працівників до впровадження засобів цифровізації професійної підготовки майбутніх фахівців сфери телекомунікацій (за критеріями – аксіологічно-мотиваційний, комунікаційний та технологічний освітньо-педагогічний) зі готовністю до забезпечення впровадження засобів цифровізації за функціональним призначенням зайнятості (за критеріями – аксіологічно-мотиваційний, комунікаційний та технологічний телерадіо-комунікаційний), о забезпечило комплексне оцінювання ефективності впровадження функціональної моделі практики впровадження засобів цифровізації як у професійній освіті педагогічних

працівників, так і у професійній підготовці майбутніх фахівців сфери телекомунікацій.

Результати формувального етапу педагогічного експерименту засвідчили позитивну динаміку рівнів сформованості готовності в ЕГ обох освітніх рівнів, а саме для здобувачів ОС «Магістр» встановлено зростання частки респондентів із високим (за критеріями – аксіологічно-мотиваційним (+14,5), комунікаційним (+22,5), технологічний освітньо-педагогічний (+29,0)) і достатнім (за критеріями – аксіологічно-мотиваційним (+12,9), комунікаційним (+08,1), технологічний освітньо-педагогічний (+06,5)) рівнями сформованості готовності та відповідне зменшення кількості респондентів із низьким рівнем (за критеріями – аксіологічно-мотиваційним (–27,4), комунікаційним (–30,6), технологічний освітньо-педагогічний (–35,5)).

Аналогічна тенденція підтверджена для здобувачів ОС «Бакалавр», а саме – зростання частки респондентів із високим (за критеріями – аксіологічно-мотиваційним (+16,0), комунікаційним (+16,8), технологічний освітньо-педагогічний (+17,7)) і достатнім (за критеріями – аксіологічно-мотиваційним (+12,6), комунікаційним (+13,5) та технологічним освітньо-педагогічним (+13,5)) рівнями сформованості готовності та відповідне зменшення кількості респондентів із низьким рівнем (за критеріями – аксіологічно-мотиваційним (–28,6), комунікаційним (–30,3) та технологічним освітньо-педагогічним (–31,2)).

Статистичну достовірність отриманих результатів підтверджено за допомогою критерію узгодженості Пірсона, оскільки за всіма критеріями для ОС «Магістр» і «Бакалавр» експериментальні значення χ^2 перевищують критичне значення, що дає підстави відхилити нульові гіпотези та підтвердити статистично ефективність функціональної моделі практики впровадження засобів цифровізації у професійній освіті педагогічних працівників для організації професійної підготовки майбутніх фахівців сфери телекомунікацій у визначених організаційно-методичних та інформаційно-технологічних умовах її забезпечення. Досягнуто позитивних статистично значимих змін у сформованості готовності педагогічних працівників до використання засобів цифровізації в освітній діяльності та

майбутніх фахівців сфери телекомунікацій до їх професійного застосування в інженерно-технологічній сфері, що підтверджує досягнення мети дослідження та є підтвердженням висунутих у дослідженні гіпотез.

Список використаної літератури до третього розділу:

1. Биков В. Ю. Моделі організаційних систем відкритої освіти : монографія. Київ : Атіка, 2009. 684 с.
2. Грабар М. І., Краснянська К. А. Застосування математичної статистики в педагогічних дослідженнях. Київ: Вища школа, 1977. 208 с.
3. Кремень В. Г. Філософія людиноцентризму в освітньому просторі. Київ: Т-во «Знання» України, 2011. 520 с.
4. Радкевич В. О. Професійна освіта і навчання: сучасний розвиток та перспективи. Київ: Інститут професійної освіти НАПН України, 2020. 420 с.
5. Сисоєва С. О. Методологія науково-педагогічних досліджень : підручник. Київ : ВП «Едельвейс», 2011. 360 с.
6. 3rd Generation Partnership Project. 3GPP. URL: <https://www.3gpp.org/about-us> (дата звернення 13.02.2026).
7. Boychuk Yu. D., Kazachiner O. S. Developing Teachers' Inclusive Competence by Means of ICT in Postgraduate Education. *Revista Românească pentru Educație Multidimensională*. 2021. Vol. 13, № 1. pp.373–397.
8. Digital Education Action Plan. *European Commission*. URL: <https://education.ec.europa.eu/focus-topics/digital-education/actions/> (дата звернення 13.02.2026).
9. Digital Europe Programme. *European Commission*. URL: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/activities/digital-programme/> (дата звернення 13.02.2026).
10. European Association for Quality Assurance in Higher Education. ENQA. URL: <https://www.enqa.eu/> (дата звернення 13.02.2026).
11. European Commission. URL: https://commission.europa.eu/index_en (дата звернення 13.02.2026).
12. European Telecommunications Standards Institute. ETSI. URL: <https://www.etsi.org/> (дата звернення 13.02.2026).
13. European University Association. EUA. URL: <https://eua.eu/> (дата звернення 13.02.2026).
14. Fisher R. A. Statistical Methods for Research Workers. Edinburgh: Oliver and

Boyd, 1925. 356 p.

15. Institute of Electrical and Electronics Engineers. IEEE. URL: <https://www.ieee.org/> (дата звернення 13.02.2026).
16. International Electrotechnical Commission. IEC. URL: <https://www.iec.ch/homepage> (дата звернення 13.02.2026).
17. International Organization for Standardization. ISO. URL: <https://www.iso.org/ru/home.html> (дата звернення 13.02.2026).
18. International Telecommunication Union. ITU. URL: <https://www.itu.int/en/about/Pages/default.aspx> (дата звернення 13.02.2026).
19. Internet Engineering Task Force. IETF. URL: <https://www.ietf.org/about/>. (дата звернення 13.02.2026).
20. Joint Research Centre. *European Commission*. URL: https://joint-research-centre.ec.europa.eu/index_en?utm_source=chatgpt.com (дата звернення 13.02.2026).
21. Rokeach M. *The Nature of Human Values*. New York: The Free Press, 1973. 438p.
22. Rokeach M., Regan J. F. The Role of Values in the Counseling Situation. *The Personnel and Guidance Journal*. 1980. Vol. 58(9). P. 576–582.
23. Thompson B., Levitov J. E., Miederhoff P. A. Validity of the Rokeach Value Survey. *Educational and Psychological Measurement*. 1982. Vol. 42(3). P. 899–905.
24. UNESCO. *ICT Competency Framework for Teachers*. Version 3. Paris : UNESCO, 2018. 64 p.
25. United Nations Educational, Scientific and Cultural. UNESCO. URL: <https://www.unesco.org/en/about-us> (дата звернення 13.02.2026).
26. Vuorikari R., Kluzer S., Punie Y. *DigComp 2.2: The Digital Competence Framework for Citizens*. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2022. 154 p.

ВИСНОВКИ

1. Здійснено дефінітивний аналіз тезаурусу педагогічної проблеми дослідження у надбаннях академічної спадщини. Уточнено зміст і структуру панівного бачення потрактування складових понять тезаурусу «теорії та практики впровадження засобів цифровізації для професійної підготовки фахівців сфери телекомунікацій» у архітектурі бінарності – «цифровізації неперервної освіти ЗВО»/ впровадження «технологій та засобів цифровізації», «професійна освіта педагогічних працівників», «професійна підготовка фахівців телекомунікацій», «готовність до впровадження засобів цифровізації у професійній освіті педагогічних працівників» та «готовність до впровадження засобів цифровізації у професійній підготовці фахівців телекомунікацій».

Визначено, обґрунтовано та сформульовано, з огляду авторського бачення, предметне-об'єктне поле дослідження у дефінітивному потрактуванні – «процес формування готовності педагогічних працівників до впровадження засобів цифровізації професійної підготовки майбутніх фахівців сфери телекомунікацій» в якості розробленої та верифікованої «функціональної моделі практики впровадження засобів цифровізації у професійній освіті педагогічних працівників для організації професійної підготовки майбутніх фахівців сфери телекомунікацій» та формування бінарної готовності на кожному рівні ступеневості неперервної освіти ЗВО. У зведеннях авторського тлумачення *«процес формування готовності педагогічних працівників до впровадження засобів цифровізації професійної підготовки майбутніх фахівців сфери телекомунікацій»* визначено як спосіб, методику, форму, алгоритм організації, отже відповідно у ланцюгу структурно-логічної організації: спосіб ступеневої організації професійної освіти педагогічних працівників галузі знань 01 Освіта/Педагогіка, спеціальності 015 Професійна освіта (за спеціалізаціями – цифрові технології; електроніка, метрологія та телерадіокомунікації) та професійної підготовки майбутніх фахівців сфери телекомунікацій галузі знань 17 Електроніка, автоматизація та електронні комунікації, спеціальності 172 Електронні комунікації та радіотехніка; методика організації (процесу формування готовності) та навчання (в архітектурі організації

освітнього процесу засобами проєктованої функціональної Моделі та запропонованого конструкту освітніх компонентів з інструментально-технологічним забезпеченням «Цифровий двійник») для забезпечення формування дуальності готовності педагогічних працівників до впровадження засобів цифровізації професійної підготовки майбутніх фахівців сфери телекомунікацій; форма організації (змішане, дистанційне, адаптивне, мобільне та хмарне навчання; мікронавчання) професійного практико-орієнтованого навчання дуальної архітектури; алгоритм організації освітнього процесу професійного навчання на основі процесного підходу у забезпеченні відповідності умовам – акредитації і ліцензування освітньої діяльності, публічного управління та адміністрування у ЗВО у стратегіях – належного врядування в освітній, науковій та інноваційній сфері, соціальної відповідальності, академічної доброчесності як організаційно-методичних і інформаційно-технологічних умов взаємопов'язаних організаційних, дидактичних, методичних та управлінських заходів, що забезпечують якість і безпеку цілеспрямованого впровадження засобів цифровізації у професійну освіту педагогічних працівників та професійну підготовку майбутніх фахівців сфери телекомунікацій (для формування готовності до професійної діяльності у сферах телекомунікацій та освіти, науки й інноватики) як сукупність організаційних, програмно-технічних, інформаційно-комунікаційних та цифрових ресурсів, технологій і сервісів, що забезпечують функціонування цифрового освітнього середовища, інтеграцію сучасних засобів цифровізації в освітньому процесі зі взаємодією його учасників.

2.Проведено формально-логічний аналіз правового та технічного регулювання забезпечення цифровізації професійної підготовки майбутніх фахівців у ЗВО. Проаналізовано засади нормативно-правових актів ЄС – Загального регламенту захисту даних, Плану системних дій цифровізації освіти на 2021–2027 р.р.; Програми «Цифрова Європа»; Європейських рамок цифрової компетентності – для громадян, педагогічних працівників, їх самооцінювання ефективного навчання засобами інноваційних освітніх технологій для вчителів; самооцінювання цифрової зрілості закладів освіти; Європейського порядку

денного для навичок забезпечення сталої конкурентоспроможності, соціальної справедливості та стійкості; Рекомендацій Ради ЄС щодо ключових компетентностей для навчання впродовж життя; визначено необхідність імплементації національного законодавства до вимог євроінтеграції. Встановлено практичні кроки гармонізації законодавчої бази України на шляху до Європейського простору освіти, науки й інноватики шляхом цифрової модернізації національних освітньо-наукових систем.

Здійснено аналізування законодавчого базису США у правових актах про – електронну комерцію; безпечне використання Інтернету в закладах освіти; права сім'ї на освіту та конфіденційність; телекомунікації; доступність медичного страхування та відповідальність; американців з інвалідністю; обмін інформацією з кібербезпеки; успіх кожного учня; управління інформаційною безпекою і встановлено особливий статус його юрисдикції, оскільки законодавче регулювання США орієнтовано на телекомунікаційну сферу виробничо-промислового комплексу, медицини, соціального захисту та освітньо-наукової сфери з наданням гарантій інформаційної та кібер-безпеки зі забезпеченням інформаційних та соціокультурних комунікацій громадян та інституцій.

Виокремлено міжнародні стандарти, специфікації та моделі даних, що забезпечують цифровізацію освіти, інформаційних технологій, телекомунікацій та інформаційної безпеки, які систематизовано для впровадження в професійну підготовку майбутніх фахівців сфери телекомунікацій: *стандарти, що розробляється Асоціацією стандартів Інституту інженерів з електротехніки та електроніки* (з англ. – IEEE Standards Association) і визначають специфікації технології Інтернет: IEEE 802.11 Стандарт IEEE для бездротових локальних мереж (Wi-Fi); IEEE 802.3 Стандарт IEEE для мереж Інтернет; *доступність, управління якістю та IT-послугами*: ДСТУ EN 301 549:2022 Інформаційні технології. Вимоги щодо доступності продуктів та послуг ІКТ; ДСТУ EN ISO 9001:2018 Системи управління якістю. Вимоги; ДСТУ ISO/IEC 20000-1:2019. Інформаційні технології. Керування послугами. Ч. 1. Вимоги; *програмна інженерія, телекомунікаційна інфраструктура та мережеві технології*: ДСТУ ISO/IEC/IEEE 12207:2018.

Інженерія систем і програмних засобів. Процеси життєвого циклу програмних засобів.

Встановлено актуальність імплементації національних стандартів України (ДСТУ) та їх гармонізацію з міжнародними стандартами ISO/IEC та ISO за напрямками: інформаційна безпека та захист персональних даних; якість цифрових систем і програмного забезпечення; ергономіка, юзабіліті та людиноорієнтоване проєктування; захист персональних даних та інформації у цифровому середовищі; інтероперабельність, стандартизація освітніх даних і цифрового контенту; системний менеджмент та забезпечення якості освітньої діяльності ЗВО; а також проаналізовано стандарти вищої освіти за спеціальностями 172 «Електронні комунікації та радіотехніка» та 015 «Професійна освіта (за спеціалізаціями)».

3. Здійснено структурно-організаційний, функціональний, компаративний та праксіологічний аналізи дослідження ефективності практики організації впровадження засобів цифровізації у професійній освіті педагогічних працівників для організації професійної підготовки майбутніх фахівців сфери телекомунікацій. Встановлено семантичні особливості призначення освітніх програм підготовки фахівців сфери телекомунікацій в країнах ЄС (Телекомунікаційна інженерія, Інженерія телекомунікаційних мереж, Телекомунікаційні системи, Інженерія систем зв'язку, Телематична інженерія, Інженерія електронних систем, Інженерія інформаційно-комунікаційних систем, Інженерія звуку та зображення), США (Телекомунікаційна інженерія; Інженерія систем зв'язку; Електротехніка та комп'ютерна інженерія; Мережева інженерія; Інженерія безпроводових систем зв'язку; Інформаційно-комунікаційні технології; Комп'ютерна інженерія (комп'ютерні мережі)) та Україні (Електронні комунікації та радіотехніка; Інфокомунікаційна інженерія; Телекомунікаційні системи та мережі; Інформаційно-комунікаційні системи; інформаційно-комунікаційні технології; Радіотехнічні системи; Мобільні та безпроводові комунікації; Оптичні та волоконно-оптичні системи зв'язку), що полягають у дуальності, практикоорієнтованості, ступеневості та неперервності освіти для формування готовностей зі впровадження засобів цифровізації у середовища професійного

навчання та зайнятості впродовж життя з пролонгованими гарантіями якості й безпеки життєдіяльності, соціальної відповідальності за суспільну діяльність та пропагуванні принципів належного врядування. Розроблено конструкт «Цифровий двійник» у складових: інструментальна мережа практики цифровізації навчання «Цифровий двійник»; конструкт освітніх компонентів з інструментально-технологічним забезпеченням «Цифровий двійник»; методичний органайзер із засобами інформаційно-технологічної комплектації інструментальної мережі практики цифровізації навчання «Цифровий двійник»; «Цифровий двійник» здобувачів освіти. Встановлено, що застосування конструкту «Цифровий двійник» сприяло: безпечному відпрацюванню складних і критичних виробничих ситуацій у інженерно-технологічній сфері зайнятості; інтеграції теоретичної та практичної підготовки у модернізації та удосконаленні професійного навчання засобами цифровізації у здобувачів освіти визначених галузей знань; забезпеченню персоналізації студентоцентрованого навчання; моніторингу та управлінню процесом формування готовностей до впровадження засобів цифровізації у сучасні телекомунікаційній інфраструктурі; інтеграції освітнього процесу до умов професійної зайнятості педагогічних працівників та майбутніх фахівців сфери телекомунікацій.

4. Обґрунтовано та розроблено дворівневий критеріальний апарат діагностики рівнів (низький, достатній та високий) сформованості готовності педагогічних працівників до впровадження засобів цифровізації професійної підготовки майбутніх фахівців сфери телекомунікацій (за критеріями – аксіологічно-мотиваційний, комунікаційний та технологічний освітньо-педагогічний) зі готовністю до забезпечення впровадження засобів цифровізації за функціональним призначенням зайнятості (за критеріями – аксіологічно-мотиваційний, комунікаційний та технологічний телерадіо-комунікаційний), о забезпечило комплексне оцінювання ефективності впровадження функціональної моделі практики впровадження засобів цифровізації як у професійній освіті педагогічних працівників, так і у професійній підготовці майбутніх фахівців сфери телекомунікацій.

5. Розроблено, обгрунтовано та верифіковано функціональну модель практики впровадження засобів цифровізації у професійній освіті педагогічних працівників для організації професійної підготовки майбутніх фахівців сфери телекомунікацій, яку розроблено у синергії цільової, методологічної, методично-організаційної, змістової, інформаційно-технологічної та метричної підсистем, забезпечуючи цілісність професійної освіти педагогічних працівників і професійної підготовки майбутніх фахівців сфери телекомунікацій у організаційно-методичних та інформаційно-технологічних умовах шляхом інтеграції сучасних цифрових платформ у конструкті «Цифровий двійник».

Результати формувального етапу педагогічного експерименту засвідчили позитивну динаміку рівнів сформованості готовності в ЕГ обох освітніх рівнів, а саме для здобувачів ОС «Магістр» встановлено зростання частки респондентів із високим (за критеріями – аксіологічно-мотиваційним (+14,5), комунікаційним (+22,5), технологічним освітньо-педагогічним (+29,0)) і достатнім (відповідно аксіологічно-мотиваційним (+12,9), комунікаційним (+08,1), технологічний освітньо-педагогічний (+06,5)) рівнями сформованості готовності та відповідне зменшення кількості респондентів із низьким рівнем (відповідно аксіологічно-мотиваційним (-27,4), комунікаційним (-30,6), технологічний освітньо-педагогічний (-35,5)). Аналогічна тенденція підтверджена для здобувачів ОС «Бакалавр», а саме – зростання частки респондентів із високим (за критеріями – аксіологічно-мотиваційним (+16,0), комунікаційним (+16,8), технологічним освітньо-педагогічним (+17,7)) і достатнім (за критеріями – аксіологічно-мотиваційним (+12,6), комунікаційним (+13,5) та технологічним освітньо-педагогічним (+13,5)) рівнями сформованості готовності та відповідне зменшення кількості респондентів із низьким рівнем (за критеріями – аксіологічно-мотиваційним (-28,6), комунікаційним (-30,3) та технологічним освітньо-педагогічним (-31,2)). Статистичну достовірність отриманих результатів підтверджено за допомогою критерію узгодженості Пірсона.

ДОДАТКИ

Додаток А

Київський фаховий коледж зв'язку
Циклова комісія кібербезпеки, електронних
комунікацій та економіко-управлінської підготовки

ЗАТВЕРДЖУЮ
Заступник директора
з навчальної роботи
Володимир ШМАТКО
«30» серпня 2025 р.

ПРОГРАМА**навчальної дисципліни****«СИСТЕМИ КОМУТАЦІЇ ТА РОЗПОДІЛУ ІНФОРМАЦІЇ»****підготовки бакалавра****Спеціальність:** 172 – Електронні комунікації та радіотехніка**Освітня програма:** Телекомунікації та радіотехніка

Київ, 2025

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Характеристика навчальної дисципліни	
Кількість кредитів – 4 Загальна кількість годин – 120	Обов'язкова / <u>за вибором</u> (необхідне підкреслити)	
Передумови вивчення дисципліни: Теорія ел.кіл та сигналів, Теорія електрозв'язку	Курс	
	2-й	
	Семестр	
	3-й	
Аудиторні години – 70 Години самостійної роботи студента –50 Кількість тижневих годин – 5	Лекції	
	50	
	Практичні	
	12	14
	Лабораторні	
	8	4
	Самостійна робота	
	54	100
	Індивідуальні завдання: консультації	
	Вид контролю: залік з практичних робіт, <u>залік, іспит</u>	

ПРН 6. Вміння проектувати, в т.ч. схемотехнічно нові (модернізувати існуючі) елементи (модулі, блоки, вузли) телекомунікаційних та радіотехнічних систем, систем телевізійного й радіомовлення тощо (модернізації існуючих) телекомунікаційних систем, інфокомунікаційних, телекомунікаційних мереж, радіотехнічних систем та систем телевізійного й радіомовлення тощо.

ПРН7. Здатність брати участь у проектуванні нових (модернізації існуючих) телекомунікаційних систем, інфокомунікаційних, телекомунікаційних мереж, радіотехнічних систем та систем телевізійного й радіомовлення тощо.

ПРН8. Вміння застосовувати сучасні досягнення у галузі професійної діяльності з метою побудови перспективних телекомунікаційних систем, інфокомунікаційних, телекомунікаційних мереж, радіотехнічних систем та систем телевізійного й радіомовлення тощо.

ПРН9. Вміння адміністрування телекомунікаційних систем, інфокомунікаційних та телекомунікаційних мереж.

ПРН10. Здатність проводити випробування телекомунікаційних систем, інфокомунікаційних, телекомунікаційних мереж, радіотехнічних систем та систем

телевізійного й радіомовлення у відповідності до технічних регламентів та інших нормативних документів.

ПРН13. Здатність до вибору методів та інструментальних засобів вимірювання параметрів та робочих характеристик телекомунікаційних систем, інфокомунікаційних, телекомунікаційних мереж, радіотехнічних систем та систем телевізійного й радіомовлення та їх елементів.

Київський фаховий коледж зв'язку
Циклова комісія кібербезпеки, електронних
комунікацій та економіко-управлінської підготовки

ЗАТВЕРДЖУЮ
Заступник директора
з навчальної роботи
Володимир ШМАТКО
«30» серпня 2025 р.

ПРОГРАМА
навчальної дисципліни

«РАДІОЕЛЕКТРОННІ СИСТЕМИ»
підготовки бакалавра

Спеціальність: 172 – Електронні комунікації та радіотехніка

Освітня програма: Телекомунікації та радіотехніка

Київ, 2025

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Характеристика навчальної дисципліни	
Кількість кредитів – 4 Загальна кількість годин – 240	Обов'язкова / <u>за вибором</u> (необхідне підкреслити)	
Передумови вивчення дисципліни: основи теорії передачі інформації, теорія електричних кіл і сигналів, антенні пристрої та поширення радіохвиль.	Курс	
	2-й	
	Семестр	
	3-й	4-й
	Лекції	
Аудиторні години – 134 Години самостійної роботи студента – 106 Кількість тижневих годин – 4/6	42	58
	Практичні	
	14	20
	Лабораторні	
	Самостійна робота	
	34	72
	Індивідуальні завдання: консультації	
	Вид контролю: залік з практичних робіт, <u>залік, іспит</u>	

ПРН1. Знання теорій та методів фундаментальних та загальноінженерних наук в об'ємі необхідному для розв'язання спеціалізованих задач та практичних проблем у галузі професійної діяльності.

ПРН2. Вміння застосовувати базові знання основних нормативно-правових актів та довідкових матеріалів, чинних стандартів і технічних умов, інструкцій та інших нормативно-розпорядчих документів у галузі електроніки та телекомунікацій.

ПРН3. Вміння застосовувати знання в галузі інформатики й сучасних інформаційних технологій, обчислювальної і мікропроцесорної техніки та програмування, програмних засобів для розв'язання спеціалізованих задач та практичних проблем у галузі професійної діяльності.

ПРН5. Вміння проводити розрахунки елементів телекомунікаційних систем, інфокомунікаційних та телекомунікаційних мереж, радіотехнічних систем та систем телевізійного й радіомовлення, згідно технічного завдання у відповідності до міжнародних стандартів, з використанням засобів автоматизації проектування, в т.ч. створених самостійно.

ПРН 6. Вміння проектувати, в т.ч. схемотехнічно нові (модернізувати існуючі) елементи (модулі, блоки, вузли) телекомунікаційних та радіотехнічних систем, систем телевізійного й радіомовлення тощо (модернізації існуючих) телекомунікаційних систем, інфокомунікаційних, телекомунікаційних мереж, радіотехнічних систем та систем телевізійного й радіомовлення тощо.

ПРН7. Здатність брати участь у проектуванні нових (модернізації існуючих) телекомунікаційних систем, інфокомунікаційних, телекомунікаційних мереж, радіотехнічних систем та систем телевізійного й радіомовлення тощо.

ПРН8. Вміння застосовувати сучасні досягнення у галузі професійної діяльності з метою побудови перспективних телекомунікаційних систем, інфокомунікаційних, телекомунікаційних мереж, радіотехнічних систем та систем телевізійного й радіомовлення тощо.

ПРН10. Здатність проводити випробування телекомунікаційних систем, інфокомунікаційних, телекомунікаційних мереж, радіотехнічних систем та систем телевізійного й радіомовлення у відповідності до технічних регламентів та інших нормативних документів.

ПРН11. Вміння діагностувати стан обладнання (модулів, блоків, вузлів) телекомунікаційних систем, інфокомунікаційних, телекомунікаційних мереж, радіотехнічних систем та систем телевізійного й радіомовлення тощо.

ПРН12. Вміння використовувати системи моделювання та автоматизації схемотехнічного проектування для розроблення елементів, вузлів, блоків радіотехнічних та телекомунікаційних систем.

ПРН13. Здатність до вибору методів та інструментальних засобів вимірювання параметрів та робочих характеристик телекомунікаційних систем, інфокомунікаційних, телекомунікаційних мереж, радіотехнічних систем та систем телевізійного й радіомовлення та їх елементів.

Укладачі: (вказати авторів, їхні посади, наукові ступені та вчені (педагогічні) звання)

Сотніченко Ю.О., викладач-методист, спеціаліст вищої категорії

Розглянуто та схвалено на засіданні циклової комісії кібербезпеки, телекомунікацій та радіотехніки

Протокол від «29» серпня 2025 р., No 1



Голова циклової комісії

Людмила ХАРЛАЙ

ПЕРЕЛІК БАЗ ПРАКТИК

підготовки бакалаврів

(назва освітньо-кваліфікаційного рівня)

Спеціальність
радіотехніка

172 Електронні комунікації та

Освітньо-професійна програма
радіотехніка

Телекомунікації та

1.	ТОВ «МКМ СЕРВІС ЛТД» 07300, Київська обл., Вишгородський р-н, м. Вишгород, вул. Шолуденка, 19
2.	Державне підприємство "Український державний центр радіочастот"
3.	ТОВ АДАМАНТ
4.	ТОВ ЛАЙФСЕЛЛ
5.	ПАТ "УКРТЕЛЕКОМ"
6.	ТОВ "Ланет"
7.	ТОВ "Центр вивчення інформаційних технологій"
8.	ПрАТ "ВФ Україна"
9.	ТОВ "Інфранет"
10.	Концерн радіозв'язку, радіомовлення та телебачення

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА

Наукові праці, в яких опубліковано основні наукові результати дисертації

Статті в наукових фахових виданнях України

1. **Сотніченко Ю.О.** Використання віртуальних лабораторій у навчанні фахівців телекомунікаційних спеціальностей. *Педагогічна Академія: наукові записки*, 2024. Вип. 8. URL: <https://doi.org/10.5281/zenodo.13144360>.
2. **Сотніченко Ю.О.** Роль цифрових платформ в підвищенні якості освіти фахівців з телекомунікації. *Педагогічна Академія: наукові записки*, 2024. Вип. 9. URL: <https://doi.org/10.5281/zenodo.13254316>.
3. **Сотніченко Ю.О.** Цифровізація освітніх технологій як чинник оновлення змісту і методів професійної підготовки у телекомунікаційній галузі. *Педагогічна Академія: наукові записки*, 2024. Вип. 13. URL: <https://doi.org/10.5281/zenodo.15538890>.
4. **Сотніченко Ю.О.,** Титова Н.М. Практика впровадження засобів цифровізації у професійну підготовку майбутніх фахівців сфери телекомунікацій з інформаційно-технологічним забезпеченням. *Педагогічна Академія: наукові записки*, 2025. Вип. 24. URL: <https://doi.org/10.5281/zenodo.17779355>.

Статті у зарубіжних наукових періодичних виданнях і виданнях, віднесених до міжнародних наукометричних баз даних

5. Kharlai L., Kunakh N., **Sotnichenko Yu.**, Konovalov O., Skubak O., Manko O. Dynamic Information Protection Method on Computer Optical Networks. *International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering*. Advanced Trends in Computer Science and Engineering. 2020. Vol. 9, № 3. pp. 3666 – 3670 (*індексується в міжнародних базах даних – BASE, WorldCat, Science Central*).

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації

6. **Сотніченко Ю.** Особливості надання послуг в архітектурі IMS. *Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах* (8 – 13.06. 2018, Одеса, Україна). С. 214-215.

7. Gnatyuk S., Polishchuk Y., Sydorenko V., **Sotnichenko Yu.** Determining the level of importance for critical information infrastructure objects. *2019 IEEE International Scientific-Practical Conference: Problems of Infocommunications Science and Technology, PIC S and T 2019 – Proceedings*. (8–11.10. 2019, Kyiv, Ukraine). pp. 829–834. (Скопус).

8. Gnatyuk S., Sydorenko V., Polihenko O., **Sotnichenko Yu.**, Nechyporuk O. Studies on the Disasters Criticality Assessment in Aviation Information Infrastructure. *Proceedings of the 1st International Workshop on Computational & Information Technologies for Risk-Informed Systems (CITRisk 2020) co-located with XX International scientific and technical conference on Information Technologies in Education and Management (ITEM 2020)* (15-16.10.2020, Kherson, Ukraine) Vol. 2805 of *CEUR Workshop Proceedings*, pp. 282-296. (Скопус).

9. Sydorenko V., Gnatyuk S., Fesenko A., Tolbatov A., **Sotnichenko Yu.** Experimental FMECA-based Assessing of the Critical Information Infrastructure Importance in Aviation. *CEUR Workshop Proceedings*. Vol. 2732: *Proceedings of the 16th International Conference on ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer (ICTERI 2020)*. Volume II: Workshops, (6–10.10.2020. Kharkiv, Ukraine). pp.136–156 (Скопус).

10. Gnatyuk S., Sydorenko V., Goncharenko I., **Sotnichenko Yu.**, Seilova N., Basshykyzy D. Experimental Identification of the Critical Information Infrastructure Objects in Aviation. *CEUR Workshop Proceedings*. Vol. 2654: *Proceedings of the International Workshop on Cyber Hygiene (CybHyg-2019)*, Aachen: CEUR-WS.org, 2020. (30.10.2019. Kyiv, Ukraine) pp. 798–809. (Скопус).

11. Коновалов О. Ю., Кунах Н. І., Манько О. О., Нікіфоренко К. Б., **Сотніченко Ю.О.**, Харлай Л. О. Ефективний метод динамічного захисту інформації на оптичних лінійних спорудах критичної інфраструктури. *Science, Society, Education: Topical Issues and Development Prospects: Abstracts of the V International Scientific and Practical Conference*, (12–14.04.2020, Kharkiv, Ukraine). С. 260–266.

12. Григоренко О.Г., **Сотніченко Ю.О.**, Харлай Л.О. Методи підвищення ефективності інформаційно-комунікаційних систем на оптичних мережах зв'язку. *Матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції Інформаційні технології в освіті, науці і техніці (ІТОНТ-2020)*. (21–23.06.2020, Черкаси, Україна). С. 68–69.

13. Gnatyuk S., Sydorenko V., Polozhentsev A., **Sotnichenko Yu.** Experimental Cybersecurity Level Determination in the Civil Aviation Critical Infrastructure. *2020 IEEE International Conference on Problems of Infocommunications Science and Technology (PIC S&T 2020)*, (6–9.10.2020, Kyiv, Ukraine). pp. 757–764. (Скопус).

14. Bocu R., Iavich M., Gnatyuk S., Ospanova D., **Sotnichenko Yu.** Secure E-Health System for the Integrated Management of Personal Health Data Collected by IoT Devices. *CEUR Workshop Proceedings. Vol. 2923: Proceedings of the International Workshop on Cyber Hygiene (CybHyg-2021)*, (28.06.2021, Kyiv, Ukraine). pp. 164–174. (Скопус).

15. Manko O., Konovalov O., Kharlai L., **Sotnichenko Yu.**, Kunah N., Vakas V. Features of the Application of Protective Devices in 5G Technology. *2022 IEEE 2nd Ukrainian Microwave Week (UkrMW 2022)*, (19–23.09.2022, Kharkiv, Ukraine). pp. 19–23. (Скопус).

Наукові праці, які додатково відображають наукові результати дисертації:

16. Кунах Н., Харлай Л., Коновалов О., Нікіфоренко К., **Сотніченко Ю.**, Матюшичев Ю. Особливості безпроводного абонентського доступу з використанням оптичних технологій. *Технічні науки та технології*. 2018. №2 (12). С.127-135.

17. Манько О.О., Кунах Н.І., Скубак О.М., Харлай Л.О., **Сотніченко Ю.О.** Ефективні методи вимірювань параметрів якості генераторів НВЧ в системах зв'язку п'ятого покоління. *Сучасна спеціальна техніка*, 2020. №1(60). С.38-47.

18. Гнатюк С., Сидоренко В., **Сотніченко Ю.** Базові аспекти захисту конфіденційної інформації на об'єктах критичної інформаційної інфраструктури. *Кібербезпека: освіта, наука, техніка*. 2020. Том 1, № 9. С.170-181.

19. Гнатюк С.О., Поліщук Ю.Я., **Сотніченко Ю.О.**, Жаксигулова Д.Д. Аналіз кращих світових практик щодо захисту критичної інформаційної інфраструктури. *Кібербезпека: освіта, наука, техніка*. №2(10), 2020. С.184-196.

20. **Сотніченко Ю.О.** Метод динамічного захисту інформації на оптичних лінійних спорудах критичної інфраструктури. *Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: технічні науки*. 2020. Том 31 (70). Ч.1. № 2. С. 52.

21. Manko O.O., Kunah N.I., Kharlai L.O., Nikiforenko K.B., Konovalov O.Yu., **Sotnichenko Yu.O.** Protection of input circuits of microwave range radio relay stations receivers against powerful impulse interferences. *Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського, серія Технічні науки*. 2023, Т. 34(73), Ч.1. С.67-74.

ВІДОМОСТІ ПРО АПРОБАЦІЮ РЕЗУЛЬТАТІВ ДИСЕРТАЦІЇ

№ п/п	Назва конференції, конгресу, симпозиуму, семінару	Місце та дата проведення	Форма участі
1	Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах	13.06. 2018, Одеса, Україна	тези
2	2019 IEEE International Scientific-Practical Conference: Problems of Infocommunications Science and Technology, PIC S and T 2019 – Proceedings	8–11.10. 2019, Kyiv, Ukraine	тези
3	Proceedings of the 1st International Workshop on Computational & Information Technologies for Risk- Informed Systems (CITRisk 2020) co-located with XX International scientific and technical conference on Information Technologies in Education and Management (ITEM 2020)	15-16.10.2020, Kherson, Ukraine	тези
4	CEUR Workshop Proceedings. Vol. 2732: Proceedings of the 16th International Conference on ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer	6–10.10.2020. Kharkiv, Ukraine	тези
5	CEUR Workshop Proceedings. Vol. 2654: Proceedings of the International Workshop on Cyber Hygiene (CybHyg-2019), Aachen: CEUR-WS.org,	30.10.2019. Kyiv, Ukraine	тези
6	Science, Society, Education: Topical Issues and Development Prospects: Abstracts of the V International Scientific and Practical Conference	12–14.04.2020, Kharkiv, Ukraine	тези
7	Матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції Інформаційні технології в освіті, науці і техніці (ІТОНТ-2020).	21–23.06.2020, Черкаси, Україна	тези
8	2020 IEEE International Conference on Problems of Infocommunications Science and Technology (PIC S&T 2020),	6–9.10.2020, Kyiv, Ukraine	тези
9	CEUR Workshop Proceedings. Vol. 2923: Proceedings of the International Workshop on Cyber Hygiene (CybHyg-2021),	28.06.2021, Kyiv, Ukraine	тези
10	2022 IEEE 2nd Ukrainian Microwave Week (UkrMW 2022),	19–23.09.2022, Kharkiv, Ukraine	тези



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені МИХАЙЛА ДРАГОМАНОВА
 01601, м. Київ, вул. Пирогова, 9
 Телефон 234-11-08

01.07.2026 № 374

А К Т

про впровадження результатів дисертаційного дослідження
Сотніченко Юлії Олексіївни
«Теорія та практика впровадження засобів цифровізації для професійної
підготовки фахівців сфери телекомунікацій»,
 яке подається на здобуття наукового ступеня кандидата педагогічних наук
 за спеціальністю 13.00.04 – теорія і методика професійної освіти

Документаційно підтверджуємо, що результати дослідження Сотніченко Юлії Олексіївни на тему «Теорія та практика впровадження засобів цифровізації для професійної підготовки фахівців сфери телекомунікацій» апробовано під час організації освітнього процесу на кафедрі професійної підготовки, документознавства та публічного управління Українського державного університету імені Михайла Драгоманова.

Дослідження виконано у межах проєктної діяльності «Освітня політика якості й безпеки життєдіяльності соціокультурних форм для сталого розвитку» (0122V000046 №10/22-24) Українського державного університету імені Михайла Драгоманова, представленого на здобуття наукового ступеня кандидата педагогічних наук за спеціальністю 13.00.04 – теорія і методика професійної освіти.

Результати дослідження використано при організації освітнього процесу підготовки педагогічних працівників за спеціальності 015 Професійна освіта (нині – А5 Професійна освіта) за спеціалізацією Електроніка, метрологія та радіотелекомунікації, а також під час організації практичної підготовки та самостійної роботи реалізовано практичні стратегії впровадження засобів цифровізації у професійній освіті для організації професійної підготовки майбутніх фахівців сфери телекомунікацій, що ґрунтуються на інтеграції підходів – системного, діяльнісного, процесного, практикоорієнтованого, аксіологічного, акмеологічного, цифрового, технологічного та праксіологічного, що забезпечує цілісну неперервність процесу формування професійної готовності в умовах цифрової трансформації освіти. Верифіковано функціональну модель практики

впровадження засобів цифровізації у професійній освіті педагогічних працівників для організації професійної підготовки майбутніх фахівців сфери телекомунікацій, що синергізує єдність цільової, методологічної, методично-організаційної, змістової, інформаційно-технологічної та метричної підсистем моделі, завдяки забезпеченню механізмів взаємодії та визначеним умовам (організаційно-педагогічним та інформаційно-технологічним) її ефективного функціонування.

Впровадження результатів матеріалів наукового дослідження Сотніченко Ю.О. сприяло якості професійної підготовки здобувачів освіти, що позитивно схвалено науково-педагогічним колективом кафедри професійної підготовки, документознавства та публічного управління Українського державного університету імені Михайла Драгоманова (протокол № 20 «28» травня 2026 р.).

Проректор з наукової роботи,
доктор фізико-математичних наук,
професор



Григорій ТОРБІН

Завідувач кафедри
професійної підготовки, документознавства
та публічного управління,
доктор педагогічних наук, професор

Наталія ТИТОВА



УКРАЇНА

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

61002, м. Харків, вул. Ярослава Мудрого, 25, Тел. (057) 700-38-66, факс (057) 700-38-65, E-mail: admin@khadi.kharkov.ua

15.07.26р. № 1255/31
На № _____

ДОВІДКА

впровадження результатів дисертаційного дослідження

Сотніченко Юлії Олексіївни

«Теорія та практика впровадження засобів цифровізації для професійної підготовки фахівців сфери телекомунікацій»,

яке подається на здобуття наукового ступеня
зі спеціальності 13.00.04 – теорія і методика професійної освіти

Основні результати дисертаційного дослідження Сотніченко Ю.О. на тему «Теорія та практика впровадження засобів цифровізації для професійної підготовки фахівців сфери телекомунікацій» було реалізовано під час організації освітнього процесу у Харківському національному автомобільно-дорожньому університеті.

У процесі впровадження використано науково-методичні розробки автора, які спрямовано на модернізацію професійної освіти педагогічних працівників.

Зокрема, у практику освітньої діяльності впроваджено: функціональну модель практики впровадження засобів цифровізації у професійній освіті педагогічних працівників для організації професійної підготовки майбутніх фахівців сфери телекомунікацій; методичні рекомендації щодо організації професійної підготовки майбутніх фахівців із використанням сучасних засобів цифровізації, цифрових платформ, спеціалізованого програмного забезпечення та інформаційно-комунікаційних технологій; інструментальну мережу практики цифровізації навчання «Цифровий двійник», яка забезпечує моделювання професійних процесів, виконання лабораторних робіт, організацію практичного навчання, курсового проєктування, виробничої практики та підготовку кваліфікаційних робіт; методичне забезпечення викладання навчальної дисципліни «Методика професійного навчання» для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності А5 Професійна освіта (Електроніка, метрологія та радіотелекомунікації), також критеріально-діагностичний інструментарій оцінювання рівнів готовності педагогічних працівників до впровадження засобів цифровізації.

Результати дисертаційного дослідження було використано під час оновлення освітніх програм, викладання фахових дисциплін, організації навчальної, виробничої та переддипломної практики, виконання курсових проєктів, кваліфікаційних робіт, а також у процесі підвищення кваліфікації науково-педагогічних і педагогічних працівників.

Результати впровадження матеріалів наукового дослідження Сотніченко Ю.О. були обговорено та схвалено науково-педагогічним колективом кафедри технології машинобудування і ремонту машин Харківського національного автомобільно-дорожнього університету (протокол № 14 від «29» червня 2026 р.).

Перший проректор

Завідувач кафедри



Михайло ШУЛЯК

Михайло ПОДРИГАЛО

Міністерство освіти і науки України
УНІВЕРСИТЕТ ГРИГОРІЯ СКОВОРОДИ В
ПЕРЕЯСЛАВІ
вул. Сухомлинського, 30,
м. Переяслав,
Київська обл., 08401
тел.: (044) 293-11-11
ел. пошта: uhsp.edu@gmail.com
код ЄДРПОУ 04543387



Ministry of Education and Science of Ukraine
HRYHORII SKOVORODA UNIVERSITY IN
PEREIASLAV
30, Sukhomlynsko Str.,
Pereiaslav,
Kyiv reg., 08401
tel.: (044) 293-11-11
e-mail: uhsp.edu@gmail.com

17.06.2026р № 451/2

Д о в і д к а
про впровадження результатів дисертаційного дослідження
Сотніченко Юлії Олексіївни
«Теорія та практика впровадження засобів цифровізації для професійної підготовки
фахівців сфери телекомунікацій»,
яке подається на здобуття наукового ступеня кандидата педагогічних наук
за спеціальністю 13.00.04 – теорія і методика професійної освіти

Документаційно підтверджуємо, що результати дослідження Сотніченко Юлії Олексіївни на тему «Теорія та практика впровадження засобів цифровізації для професійної підготовки фахівців сфери телекомунікацій» апробовано під час організації освітнього процесу в Університеті Григорія Сковороди в Переяславі.

Дослідження виконано у межах проєктної діяльності «Освітня політика якості й безпеки життєдіяльності соціокультурних форм для сталого розвитку» (0122V000046 №10/22-24) Українського державного університету імені Михайла Драгоманова, представленого на здобуття наукового ступеня кандидата педагогічних наук за спеціальністю 13.00.04 – теорія і методика професійної освіти.

Дисертанткою успішно обґрунтовано і реалізовано практичні стратегії впровадження засобів цифровізації у професійній освіті педагогічних працівників – магістрів спеціальності 015 Професійна освіта (нині – А5 Професійна освіта) за спеціалізацією Цифрові технології для організації професійної підготовки майбутніх фахівців сфери телекомунікацій, що ґрунтуються на інтеграції підходів – системного, діяльнісного, процесного, практикоорієнтованого, аксіологічного, акмеологічного, цифрового, технологічного та праксіологічного, що забезпечує цілісну неперервність процесу формування професійної готовності в умовах цифрової трансформації освіти. Верифіковано функціональну модель практики впровадження засобів цифровізації у професійній освіті педагогічних працівників для організації професійної підготовки майбутніх фахівців сфери телекомунікацій, що синергізує єдність цільової, методологічної, методично-організаційної, змістової, інформаційно-технологічної та метричної підсистем моделі, завдяки забезпеченню механізмів взаємодії та визначеним умовам (організаційно-педагогічним та інформаційно-технологічним) її ефективного функціонування.

Результати впровадження матеріалів наукового дослідження Сотніченко Ю.О. обговорено та схвалено науково-педагогічним колективом кафедри соціальних комунікацій документознавства та інформаційної діяльності в Університеті Григорія Сковороди в Переяславі (протокол від 17.06.2026 р. № 12).

Ректор

Завідувачка кафедри



Віталій КОЦУР

Алла ЗЛЕНКО

Університет Григорія Сковороди в Переяславі
№ 721 від 10.07.2026



ЗАТВЕРДЖУЮ:

Перший проректор Державного
університету інформаційно-
комунікаційних технологій

Олександр КОРЧЕНКО

2026 р.

АКТ

впровадження в освітній процес Державного університету інформаційно-комунікаційних технологій результатів наукових досліджень

СОТНІЧЕНКО Юлії Олексіївни,

**одержаних під час проведення дисертаційного дослідження
на здобуття наукового ступеня кандидата педагогічних наук
за спеціальністю 13.00.04 – Теорія і методика професійної освіти
за темою «Теорія та практика впровадження засобів цифровізації для
професійної підготовки фахівців сфери телекомунікацій»**

Комісія у складі: голови комісії – директора Навчально-наукового інституту телекомунікацій, кандидата технічних наук, доцента Кравченка Владислава Ігоровича та членів комісії – заступника директора Навчально-наукового інституту телекомунікацій, кандидата педагогічних наук, доцента Корецької Вікторії Олександрівни, завідувача кафедри Інтернет-технологій, кандидата технічних наук Трейтяка В'ячеслава Віталійовича провела роботу по встановленню фактичного впровадження в навчальний процес Державного університету інформаційно-комунікаційних технологій результатів дисертаційної роботи СОТНІЧЕНКО Юлії Олексіївни на тему «Теорія та практика впровадження засобів цифровізації для професійної підготовки фахівців сфери телекомунікацій», яка виконана у межах проєктної діяльності «Освітня політика якості й безпеки життєдіяльності соціокультурних форм для сталого розвитку» (0122V000046 №10/22-24) Українського державного університету імені Михайла Драгоманова.

На основі поданої дисертаційної роботи комісія встановила, що в навчальному процесі Університету використовуються наступні результати:

– упроваджено функціональну модель професійної підготовки майбутніх фахівців сфери телекомунікацій із використанням засобів цифровізації, що розроблена в межах науково-теоретичних напрацювань щодо організації освітнього процесу здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти галузі знань 17 «Електроніка, автоматизація та електронні комунікації» (відповідно до чинного Переліку галузей знань – Г «Інженерія, виробництво та будівництво») за спеціальністю 172 «Електронні комунікації»

та радіотехніка» (відповідно до чинного Переліку – G5 «Електроніка, електронні комунікації, приладобудування та радіотехніка»);

– апробовано методичний супровід інструментальної мережі забезпечення практики цифровізації навчання «Цифровий двійник», що включає методичні рекомендації для науково-педагогічних, педагогічних працівників та обслуговуючого персоналу.

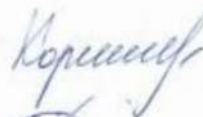
Комісія встановила що особисто здобувачем одержано результати, що використано в навчальному процесі Державного університету інформаційно-комунікаційних технологій при організації практичного навчання, курсовому та дипломному проєктуванні підготовки здобувачів першого (бакалаврського) рівня спеціальністю 172 «Електронні комунікації та радіотехніка», а також у окремих навчальних темах у навчальних дисциплінах «Основи телекомунікацій», «Сучасні Інтернет-технології», які проводяться на кафедрі Інтернет-технологій.

Голова комісії:
Директор ННІТ,
кандидат технічних наук, доцент



Владислав КРАВЧЕНКО

Члени комісії:
Заступник директора ННІТ,
кандидат педагогічних наук, доцент



Вікторія КОРЕЦЬКА

Завідувач кафедри
Інтернет-технологій,
кандидат технічних наук



Вячеслав ТРЕЙТЯК



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
 НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
 «КИЇВСЬКИЙ АВІАЦІЙНИЙ ІНСТИТУТ» (НУ КАІ)
 ФАКУЛЬТЕТ АЕРОНАВІГАЦІЇ,
 ЕЛЕКТРОНІКИ ТА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ
 проспект Гугара Любомира, 1, м. Київ, 03058,
 тел./факс: (044) 408-58-43, E-mail: fact@kai.edu.ua

02.06.24. № 273/л

На № _____ від _____

ДОВІДКА

про впровадження результатів дисертаційного дослідження
СОТНІЧЕНКО ЮЛІЇ ОЛЕКСІЇВНИ
 «ТЕОРІЯ ТА ПРАКТИКА ВПРОВАДЖЕННЯ ЗАСОБІВ ЦИФРОВІЗАЦІЇ
 ДЛЯ ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ СФЕРИ
 ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ»,

яке подається на здобуття наукового ступеня кандидата педагогічних наук
 за спеціальністю 13.00.04 – теорія і методика професійної освіти

Основні результати дисертаційного дослідження Сотніченко Ю.О. було апробовано при організації освітнього процесу у Національному університеті «Київський авіаційний інститут», а саме верифіковано функціональну модель практики впровадження засобів цифровізації у професійній освіті педагогічних працівників для організації професійної підготовки майбутніх фахівців сфери телекомунікацій, що синергізує єдність цільової, методологічної, методично-організаційної, змістової, інформаційно-технологічної та метричної підсистем моделі, завдяки забезпеченню механізмів взаємодії та визначеним умовам її ефективного функціонування.

Дисертанткою успішно розроблено та апробовано засоби інструментальної мережі забезпечення практики цифровізації навчання «Цифровий двійник», що включає методичні рекомендації для науково-педагогічних, педагогічних працівників (завідувачів лабораторії, старших викладачів та майстрів виробничого навчання) та обслуговуючого персоналу; організації практичного навчання (навчальної і виробничої практики (стажування на першому робочому місці), переддипломного практикуму), програм і силабусів дисциплін «Системи комутації та розподілу інформації» та «Основи телебачення та радіомовлення» та методичного супроводу курсового проєктування з «Радіоелектронні системи» та підготовки кваліфікаційних робіт майбутніх фахівців телекомунікацій галузі знань 17 «Електроніка, автоматизація та електронні комунікації», спеціальності 172 «Електронні комунікації та радіотехніка» та для професійної освіти педагогічних

працівників, зокрема організації практичного навчання (навчальні, виробничі і переддипломні), програма і силабус дисциплін «Методика професійного навчання» та підготовки кваліфікаційних робіт майбутніх магістрів галузі знань 01 Освіта/Педагогіка, спеціальності 015 Професійна освіта, за спеціалізаціями – цифрові технології; електроніка, метрологія та радіотелекомунікації.

Результати впровадження матеріалів наукового дослідження Сотніченко Ю.О. обговорено та схвалено науково-педагогічним колективом кафедри телекомунікаційних та радіоелектронних систем Національного університету «Київський авіаційний інститут» (протокол № 19 «22» червня 2026 р.).

Завідувач кафедри телекомунікаційних
та радіоелектронних систем
ФАЕТ НУ «КАІ»



Віктор ГНАТЮК

Декан Факультету аеронавігації,
електроніки та телекомунікацій НУ «КАІ»



Роман ОДАРЧЕНКО