



ЗАТВЕРДЖЕНО / APPROVED

Вченою радою КПІ ім. Ігоря Сікорського /  
by the Academic Council  
of Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute  
(протокол / minutes of meeting № \_\_\_\_\_

від / dated \_\_\_\_ 20\_\_ р.

Голова Вченої ради / Head of the Academic Council  
\_\_\_\_\_ Михайло ІЛЬЧЕНКО / Mykhailo ILCHENKO

# ІНЖЕНЕРІЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІМЕРСИВНИХ СИСТЕМ ТА ПЛАТФОРМ ЦИФРОВИХ ДВІЙНИКІВ SOFTWARE ENGINEERING OF IMMERSIVE SYSTEMS AND DIGITAL TWIN PLATFORMS

## ОСВІТНЬО-НАУКОВА ПРОГРАМА / EDUCATIONAL SCIENTIFIC PROGRAMME

Другий (магістерський) рівень вищої освіти  
Спеціальність: F2 Інженерія програмного  
забезпечення  
Галузь знань: F Інформаційні технології  
Освітня кваліфікація: Магістр з інженерії  
програмного забезпечення

Second (master) level of higher education  
Speciality : F2 Software engineering  
Knowledge branch: F Information Technologies  
Educational qualification: Master in Software  
Engineering

ID:

Введено в дію з / Enacted since  
2026/2027 навчального року / academic year  
наказом ректора / by rector's order  
№ \_\_\_\_\_ від / dated \_\_\_\_\_ 2026

Київ / Kyiv  
2026

**ПРЕАМБУЛА / PREAMBLE****РОЗРОБЛЕНО / DESIGNED**

Керівник робочої групи / Head of the project team:

*Онай Микола Володимирович, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри програмного забезпечення комп'ютерних систем / Mykola ONAI, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Computer Systems Software*

Члени робочої групи / Project team members:

*Заболотня Тетяна Миколаївна, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри програмного забезпечення комп'ютерних систем / Tetyana ZABOLOTNIA, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Computer Systems Software*

*Олещенко Любов Михайлівна, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри програмного забезпечення комп'ютерних систем / Lyubov OLESCHENKO, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Computer Systems Software*

*Люшенко Леся Анатоліївна, кандидат технічних наук, старший викладач кафедри програмного забезпечення комп'ютерних систем / Lesya LYUSHENKO, Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer of the Department of Computer Systems Software*

*Хічко Яна Володимирівна, кандидат технічних наук, старший викладач кафедри програмного забезпечення комп'ютерних систем / Yana KHITSKO, Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer of the Department of Computer Systems Software*

*Юсин Яків Олексійович, доктор філософії, старший викладач кафедри програмного забезпечення комп'ютерних систем / Yakiv YUSIN, PhD, Senior Lecturer of the Department of Computer Systems Software*

*Сулема Євгенія Станіславівна, доктор технічних наук, доцент, завідувач кафедри програмного забезпечення комп'ютерних систем / Yevgeniya SULEMA, Doctor of Technical Sciences, Head of the Department of Computer Systems Software*

**ПОГОДЖЕНО / AGREED:**

Науково-методична комісія університету зі спеціальності F2 Інженерія програмного забезпечення / The Scientific and Methodological Commission of the University on speciality F2 Software Engineering (протокол / minutes of meeting №3 від / dated 05.03.2026)

Голова НМКУ-F2 / Head of the SMCU-F2

\_\_\_\_\_ Євгенія СУЛЕМА / Yevgeniya SULEMA

Методична рада КПІ ім. Ігоря Сікорського / The Methodological Council of Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute (протокол / minutes of meeting №\_\_ від / dated \_\_\_\_\_ 20\_\_)

Голова Методичної ради / Head of the Methodological Council

\_\_\_\_\_ Тетяна ЖЕЛЯСКОВА / Tetiana ZHELIASKOVA

**БРАХОВАНО / CONSIDERED:**

Фахову експертизу :

*Ігор СІНІЦІН – директор Інституту програмних систем НАН України, член кореспондент НАН України, д.т.н., проф.*

*Наталія МАКСИМЕНКО – директор ТОВ «Еволвіс»*

*Стандарт вищої освіти за спеціальністю 121 «Інженерія програмного забезпечення» галузі знань 12 «Інформаційні технології» для другого (магістерського) рівня вищої освіти, затвердженого Наказом Міністерства освіти і науки України 17.11.2020 р. № 1424*

*Про затвердження переліку галузей знань і спеціальностей, за якими здійснюється підготовка здобувачів вищої та фахової передвищої освіти: Постанова Кабінету Міністрів України № 266 від 29.04.2015 р. у чинній редакції (зі змінами і доповненнями згідно постанови*

*КМУ № 188 від 21.02.2025 р.). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/266-2015-%D0%BF#n11> Національний класифікатор України. Класифікатор професій ДК 003:2010, затверджений наказом Держспоживстандарту України від 28.07.2010 р. № 327 у чинній редакції. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va327609-10#Text>*

*Положення про освітні програми КПІ ім. Ігоря Сікорського (Наказ «Про затвердження Положення про освітні програми КПІ ім. Ігоря Сікорського» НОН/232/25 від 24.03.2025 р.). URL: <https://osvita.kpi.ua/node/137>.*

*Про планування та організацію освітнього процесу 2025/2026 н.р. (Наказ КПІ ім. Ігоря Сікорського НОН/362/25 від 25.04.2025 р.). URL: [https://document.kpi.ua/2024\\_HOD-263](https://document.kpi.ua/2024_HOD-263)*

*Стратегія розвитку КПІ ім. Ігоря Сікорського на 2025–2030 роки URL: <https://kpi.ua/strategy>*

*ОП обговорено після надходження всіх побажань і пропозицій від студентів і випускників ОП та схвалено на розширеному засіданні кафедри програмного забезпечення комп'ютерних систем (протокол № 10 від 28 січня 2026 року).*

*Expert examination:*

*Ihor SINITSYN – Director of the Institute of Software Systems of the National Academy of Sciences of Ukraine, Corresponding Member of the NAS of Ukraine, Doctor of Sciences (Engineering), Professor.*

*Nataliia MAKSYMENKO – Director of EVOLVIS LLC*

*Higher education standard in specialty 121 “Software Engineering” field of knowledge 12 “Information Technologies” for the second (master’s) level of higher education, approved by the Order of the Ministry of Education and Science of Ukraine dated 11/17/2020 No. 1424*

*On approval of the list of fields of knowledge and specialties in which applicants for higher and professional pre-higher education are trained: Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine No. 266 dated 04/29/2015. in the current version (with amendments and additions in accordance with the Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine No. 188 dated 02/21/2025). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/266-2015-%D0%BF#n11>*

*National Classifier of Ukraine. Classifier of Professions DK 003:2010, approved by the Order of the State Committee for Consumer Protection and Standardization of Ukraine dated 07/28/2010 No. 327 in the current version. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va327609-10#Text>*

*Regulations on Educational Programs of Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute (Order “On Approval*

of the Regulations on Educational Programs of Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute” NON/232/25 dated 03/24/2025). URL: <https://osvita.kpi.ua/node/137>.

On planning and organization of the educational process 2025/2026 academic year (Order of Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute NON/362/25 dated 04/25/2025). URL: [https://document.kpi.ua/2024\\_HOD-263](https://document.kpi.ua/2024_HOD-263)

Development strategy of Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute for 2025–2030 URL: <https://kpi.ua/strategy>

The Educational program was discussed after receiving all the wishes and suggestions from students and graduates of the Educational program and approved at an extended meeting of the Department of Computer Systems Software (protocol № 10 dated 28.01.2026).

## **ЕВОЛЮЦІЯ ОСВІТНЬОЇ ПРОГРАМИ / EVOLUTION OF THE EDUCATIONAL PROGRAMME**

Ідея створення освітньо-наукової програми (ОНП) виникла внаслідок успішної співпраці наукової групи під керівництвом доктора технічних наук Сулеми Є.С., яка працює над розробленням методів та програмних засобів оброблення даних для технологій мультимедіа, цифрових двійників та автоматичної ідентифікації об'єктів. Крім того, важливою була адаптація передового досвіду провідних університетів Європи, зокрема, Університету Лотарингії (Франція) та Словацького технологічного університету в Братиславі. Концепція підготовки студентів для цієї ОНП розвивалась на основі матеріально-технічної бази Навчально-наукової лабораторії мультимедіа, мультимедіа та імерсивних технологій, яка була створена у 2017 році на базі кафедри ПЗКС.

До 2020 року на кафедрі програмного забезпечення комп'ютерних систем здійснювалась підготовка магістрів за ОНП “Інженерія програмного забезпечення комп'ютерних та інформаційно-пошукових систем”, але починаючи з 2020 року на кафедрі програмного забезпечення комп'ютерних систем активно почала проводитись наукова діяльність за напрямом мультимедіа та мультимедіа, а саме відбулося відкриття наукової школи «Методи та програмні засоби оброблення даних для технологій мультимедіа, цифрових двійників та автоматичної ідентифікації об'єктів» під керівництвом д.т.н. Сулеми Є.С., наукової лабораторії «Мультимедіа, мультимедіа та імерсивних технологій», проводилось активне публікування наукових статей, що пов'язані з тематикою мультимедійних систем. Враховуючи напрямок наукового розвитку кафедри у 2020 році на засіданні кафедри, було прийняте рішення змінити назву освітньо-наукової програми на “Інженерія програмного забезпечення мультимедійних та інформаційно-пошукових систем” та провести оновлення освітньо-наукової програми.

Враховуючи опитування здобувачів вищої освіти та випускників, 23 грудня 2020 року було запропоновано збільшити кількість освітніх компонент циклу магістерської підготовки, згідно рекомендацій Методичного відділу університету – в ОНП виділити дослідницький компонент та зменшити обсяг загальних, фахових компетентностей та програмних результатів навчання згідно Стандарту вищої освіти.

Основною метою ОНП є підготовка кваліфікованих фахівців для інформаційно-технологічного сектора, здатних ефективно працювати в умовах швидкого розвитку та постійних змін на ринку ІТ. Вона спрямована на створення та впровадження нових інноваційних рішень, таких як Metaverse, Digital Twins, Mulsemmedia та Digital Humans, які становлять основу цифрової трансформації суспільства. При обговоренні ОП отримано позитивні відгуки та проведено фахову експертизу освітньої програми Андрієм Печерським – директором ТОВ «Центр Бізнес Технологій» та Сергієм Рожком – генеральним директором ТОВ «ЕПАМ СИСТЕМЗ». Згідно проведених опитувань здобувачів та роботодавців, запропоновано ввести освітні компоненти «Технології штучного інтелекту для інформаційно-пошукових систем», «Інформаційно-пошукові системи та сервіси», «Методологія інженерії програмного забезпечення», «Курсова робота з мультимедійних інтерфейсів та 3D-візуалізації».

У 2021 році ОНП оновлено відповідно до рекомендацій навчального відділу університету з врахуванням відгуків та рецензій експертів галузі та відгуків роботодавців (до експертизи ОНП додатково було залучено Георгія Чернишова – ресурс-директора ТОВ «Сі-Кью-Джи-Ай Україна»), результатів усного опитування та письмового анкетування здобувачів ОНП. Згідно рекомендацій Методичного відділу, в ОНП виокремлено обсяг освітніх компонентів, що забезпечують здобуття компетентностей визначених СВО, а також виділено та оновлено інформацію про міжнародну кредитну мобільність. Оновлення отримало схвалення на засіданні кафедри ПЗКС, було затверджено Науково-методичною комісією та Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського.

У 2024 році ОНП було оновлено з урахуванням побажань експертів Національного агентства із забезпечення якості вищої освіти під час акредитації освітньої програми у 2023 р. відносно кількості кредитів для освітніх компонент та розподілу навантаження на перший та другий навчальний рік та на виконання магістерської дисертації. Також було враховано зауваження та пропозиції стейкхолдерів за результатами громадського обговорення: у тому числі науково-педагогічних працівників кафедри ПЗКС; здобувачів вищої освіти, які навчаються за ОНП; фахівців навчально-методичного відділу КПІ ім. Ігоря Сікорського (введено розділ ОНП «Еволюція освітньої програми») та фахівців з інженерії програмного забезпечення, які проводили фахову експертизу.

У 2025 році ОНП оновлено у відповідності до наказу № НОД/232/25 від 24.03.2025 "Про затвердження Положення про освітні програми КПІ ім. Ігоря Сікорського".

У 2026 році відбулась зміна назви освітньої програми з «Інженерія програмного забезпечення мультимедійних та інформаційно-пошукових систем» на «Інженерія програмного забезпечення імерсивних систем та платформ цифрових двійників», що є логічним кроком, заснованим на наступних передумовах: (1) у 2020 році завідувачем кафедри програмного забезпечення комп'ютерних систем Сулемою Є.С. захищено дисертацію на здобуття наукового ступеня доктора наук на тему «Методи, моделі та засоби обробки мультимодальних даних цифрових двійників досліджуваних об'єктів»; (2) у 2021 році на кафедрі програмного забезпечення комп'ютерних систем започатковано наукову школу «Методи та програмні засоби оброблення даних для технологій мультимедіа, цифрових двійників та автоматичної ідентифікації об'єктів» (науковий керівник д.т.н. Сулема Є.С.); (3) у 2023-2026 роках на базі кафедри програмного забезпечення комп'ютерних систем виконується міжнародний проєкт програми Еразмус+ KA2 «NEXT – Цифрові трансформації для підтримки ринку праці наступного покоління (Digital Transformations for Supporting Next-Generation Labour Market)», в рамках якого в освітній процес запроваджуються мультимедійні системи, імерсивні технології, гібридні комунікації та концепція Метавсесвіту (Metaverse); (4) у 2024 році аспірантом кафедри програмного забезпечення комп'ютерних систем Рвачем Дмитром В'ячеславовичем захищено дисертацію на здобуття наукового ступеня доктора філософії на тему «Алгоритмічне та програмне забезпечення технології цифрових двійників мультимедійних об'єктів»; (5) відповідно посилилась робота навчально-наукової лабораторії «Мультимедіа, мультимедіа та імерсивних технологій», провадиться активне публікування наукових статей, що пов'язані з тематикою мультимедійних систем, імерсивних технологій та цифрових двійників. Також, зміна фокусу освітньої програми є об'єктивною необхідністю, що зумовлена стрімким розвитком технологій Індустрії 4.0. Попередня назва значною мірою відображала технологічний етап, де основна увага приділялася статичному контенту та традиційним методам оброблення даних, які сьогодні вже стали базовим інструментарієм і не визначають унікальність фахівця на ринку праці. Сучасний ІТ-сектор вимагає від інженерів вміння проєктувати складні екосистеми, де віртуальний та фізичний світи тісно інтегровані через системи розширеної реальності та інтелектуальні моделі об'єктів.

Впровадження у назву терміну «імерсивні системи» дозволяє охопити весь спектр технологій віртуальної, доповненої та змішаної реальності. Це напрям, який сьогодні активно впроваджується не лише у сфері розваг, а й у медицині для проведення симуляційних операцій, в освіті для створення інтерактивних навчальних середовищ та у військовій справі. Водночас фокус на «цифрових двійниках» виводить програму на принципово новий рівень,

оскільки підготовка фахівців такого профілю є критичною для сучасної промисловості, енергетики та міського управління. Цифрові двійники дозволяють створювати динамічні програмні копії реальних процесів, що забезпечує можливість прогнозування збоїв та оптимізації ресурсів у реальному часі, що є одним із найдорожчих та найзатребуваніших сегментів розробки програмного забезпечення.

Важливим підґрунтям для такого оновлення є відкриття на кафедрі навчально-наукової лабораторії мультимедіа, мультимедіа та імерсивних технологій та створення наукової школи «Методи та програмні засоби оброблення даних для технологій мультимедіа, цифрових двійників та автоматичної ідентифікації об'єктів». Наявність спеціалізованої матеріально-технічної та наукової бази дозволяє підкріпити нову назву реальною практичною та науковою підготовкою. Тепер назва програми повністю відповідає профілю кафедри, що дозволяє студентам проводити повноцінні дослідження та розробляти програмні продукти саме в галузі імерсивних технологій та цифрових двійників. Це створює синергію між навчальним планом, науковою діяльністю та практичним досвідом.

*The idea of creating an educational and scientific program (ESP) arose as a result of the successful cooperation of a scientific group under the leadership of Doctor of Technical Sciences Sulema Yevheniia, which is working on the development of methods and software tools for data processing for multimedia technologies, digital doubles, and automatic object identification. In addition, it was important to adapt the best practices of leading universities in Europe, in particular, the University of Lorraine (France) and the Slovak University of Technology in Bratislava. The concept of training students for this ESP was developed on the basis of the material and technical base of the Educational and Scientific Laboratory of Multimedia, Mulsemedia and Immersive Technologies, which was created in 2017 on the basis of the PZKS department.*

*Until 2020, the Department of Computer Systems Software was conducting master's training under the ONP "Software Engineering of Computer and Information and Search Systems", but starting from 2020, the Department of Computer Systems Software actively began conducting scientific activities in the field multimedia and mulsemedia, namely the opening of the scientific school "Methods and software tools for data processing for mulsemedia technologies, digital doubles and automatic object identification" under the leadership of Dr. Sulema Yevheniia, Scientific Laboratory "Multimedia, Mulsemedia and Immersive Technologies", actively published scientific articles related to the topic of multimedia systems. Taking into account the direction of scientific development of the department in 2020, at the meeting of the department, it was decided to change the name of the educational and scientific program to "Software engineering of multimedia and information and search systems" and to update the educational and scientific program.*

*Taking into account the survey of higher education applicants and graduates, on December 23, 2020, it was proposed to increase the number of educational components of the cycle of master's training, according to the recommendations of the Methodological Department of the university - to allocate a research component in the ESP and reduce the amount of general, professional competencies and program learning results according to the Standard of Higher Education. The main goal of ESP is the training of qualified specialists for the information technology sector, able to work effectively in conditions of rapid development and constant changes in the IT market. It is aimed at creating and implementing new innovative solutions, such as Metaverse, Digital Twins, Mulsemedia and Digital Humans, which form the basis of the digital transformation of society.*

*During the discussion of the OP, positive feedback was received and expert examination of the educational program was carried out by Andrii Pecherskyi - Director of Center Business Technologies LLC and Serhiy Rozhko - General Director of EPAM SYSTEMS LLC. According to the conducted surveys of applicants and employers, it is proposed to introduce educational components "Artificial intelligence technologies for information and search systems", "Information and search systems and services", "Software engineering methodology", "Course work on multimedia interfaces and 3D visualization".*

*In 2021, the ESP was updated in accordance with the recommendations of the educational department of the university, taking into account the feedback and reviews of industry experts and feedback from employers (Gheorhiy Chernyshov, the resource director of CQGI Ukraine LLC, was additionally involved in the expert review of the ESP), the results of an oral survey and a written questionnaire of ESP applicants. According to the recommendations of the Methodological*

*Department, the scope of educational components that ensure the acquisition of the competencies of the identified Higher Education Standard has been singled out in the ESP, as well as information on international credit mobility has been highlighted and updated. The update was approved at the meeting of the PZKS department, was approved by the Scientific and Methodological Commission and the Methodical Council of the Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute.*

*In 2024, the ESP was updated taking into account the wishes of the experts of the National Agency for Quality Assurance of Higher Education during the accreditation of the educational program in 2023 regarding the number of credits for educational components and the distribution of the workload for the first and second academic year and for the completion of a master's thesis. The comments and suggestions of stakeholders based on the results of the public discussion were also taken into account: including scientific and pedagogical workers of the PZKS department; applicants of higher education who are studying under the ESP; specialists of the educational and methodical department of Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute (the section of the ESP "Evolution of the educational program" was introduced) and software engineering specialists who conducted professional expertise.*

*In 2025, the educational and research program was updated in accordance with Order No.НОД/232/25 dated March 24, 2025, 'On the Approval of the Regulations on Educational Programs at Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute.'*

*In 2026, the educational program's name was changed from "Software Engineering of Multimedia and Information Retrieval Systems" to "Software Engineering of Immersive Systems and Digital Twins Platform", which is a logical step based on the following prerequisites: (1) in 2020, the Head of the Department of Computer Systems Software, Ye. S. Sulema, defended a dissertation for the degree of Doctor of Sciences on the topic "Methods, Models, and Tools for Processing Multimodal Data of Digital Twins of Studied Objects"; (2) in 2021, the scientific school "Methods and Software Tools for Data Processing for Multimedia Technologies, Digital Twins, and Automatic Object Identification" (scientific supervisor: Dr. Sc. Ye.S. Sulema) was established at the Department of Computer Systems Software; (3) in 2023-2026, the international Erasmus+ KA2 project "NEXT - Digital Transformations for Supporting Next-Generation Labour Market" is being implemented at the Department of Computer Systems Software, within which multimedia systems, immersive technologies, hybrid communications, and the Metaverse concept are introduced into the educational process; (4) in 2024, the PhD student of the Department of Computer Systems Software, Dmytro Rvach, defended a dissertation for the degree of Doctor of Philosophy on the topic "Algorithmic and Software Support for Digital Twin Technology of Multimedia Objects"; (5) accordingly, the activities of the "Multimedia, Multimedia, and Immersive Technologies" Research and Training Laboratory have intensified, and scientific articles related to the topics of multimedia systems, immersive technologies, and digital twins are actively published. Also, the shift in the focus of the educational program is an objective necessity caused by the rapid development of Industry 4.0 technologies. The previous name largely reflected a technological stage where the main focus was on static content and traditional data processing methods, which today have already become a basic toolkit and do not define the uniqueness of a specialist in the labor market. The modern IT sector requires engineers to be able to design complex ecosystems where the virtual and physical worlds are closely integrated through extended reality systems and intelligent models of objects.*

*Incorporating the term "immersive systems" into the title encompasses the full spectrum of virtual, augmented, and mixed reality technologies. This field is currently being actively implemented not only in entertainment but also in medicine for surgical simulations, in education for creating interactive learning environments, and in defense. Simultaneously, the focus on "digital twins" elevates the program to a fundamentally new level, as training specialists in this profile is critical for*

---

*modern industry, energy, and urban management. Digital twins enable the creation of dynamic software replicas of real-world processes, providing the capability to predict failures and optimize resources in real time, making it one of the most high-value and sought-after segments of software development.*

*An important foundation for such an update is the opening of the Research and Training Laboratory of Multimedia, Mulsemmedia, and Immersive Technologies at the department and the creation of the scientific school "Methods and Software Tools for Data Processing for Mulsemmedia Technologies, Digital Twins, and Automatic Object Identification". The presence of a specialized material-technical and scientific base allows for supporting the new name with real practical and scientific training. Now the name of the program fully corresponds to the department's profile, which allows students to conduct full-fledged research and develop software products specifically in the field of immersive technologies and digital twins. This creates a synergy between the curriculum, scientific activity, and practical experience.*

## 1. ПРОФІЛЬ ОСВІТНЬОЇ ПРОГРАМИ / EDUCATIONAL PROGRAMME PROFILE

<b>1 - Загальна інформація / General information</b>		
Повна назва закладу вищої освіти та навчального підрозділу / Full name of higher education institution and faculty / educational and scientific institute	Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» Факультет програмних систем та прикладної математики	National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute» Faculty of Software Systems and Applied Mathematics
Ступінь вищої освіти та назва освітньої кваліфікації / Higher education degree and education qualification title	Ступінь магістра Магістр з інженерії програмного забезпечення	Master Degree Master in Software Engineering
Офіційна назва освітньої програми / Educational programme official title	Інженерія програмного забезпечення імерсивних систем та платформ цифрових двійників	Software Engineering of Immersive Systems and Digital Twin Platforms
Тип диплому та обсяг освітньої програми / Diploma type and educational programme volume	Диплом магістра, 120 кредитів ЄКТС, термін навчання 1 рік 9 місяців	Master diploma, 120 credits ECTS, training period 1 year 9 months
Інформація про акредитацію / Accreditation information of the educational programme	Не акредитовано	Not accredited
Цикл, рівень вищої освіти / Education cycle, level of higher education	НПК України – 7 рівень QF-EHEA – другий цикл EQF-LLL – 7 рівень	NQF of Ukraine - 7 level QF-EHEA – 2 cycle EQF-LLL – 7 level
Передумови / Prerequisites	Наявність ступеня бакалавра	Bachelor Degree
Форми здобуття освіти / Forms of Education	Очна (денна);	full-time;
Мова(и) викладання / Language(s) of instruction	Українська	Ukrainian
Інтернет-адреса розміщення освітньої програми / URL of the educational programme	<a href="https://osvita.kpi.ua/F2_ONP_M_IPZISPCD">https://osvita.kpi.ua/F2_ONP_M_IPZISPCD</a>	

## 2 - Мета освітньої програми / Educational programme purpose

Мета освітньої програми полягає у підготовці фахівців у галузі інженерії програмного забезпечення, зокрема програмній інженерії імерсивних систем та платформ цифрових двійників, здатних вирішувати складні науково-технічні, інноваційно-орієнтовані задачі і проблеми інженерії програмного забезпечення імерсивних систем та цифрових двійників, здатних формулювати виробничі та наукові задачі щодо розроблення, супроводження та забезпечення якості програмного забезпечення, знаходити раціональні та оптимальні методи і засоби їх розв'язання, розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні наукові проблеми з інженерії програмного забезпечення, забезпечувати сталий розвиток ІТ- компаній, а також підготовці здобувачів вищої освіти до подальшого навчання за обраною спеціальністю.

Мета освітньої програми відповідає стратегії розвитку КПІ ім. Ігоря Сікорського на 2025-2030 роки щодо формування суспільства майбутнього на засадах концепції сталого розвитку.

The purpose of the educational program is to train specialists in the field of software engineering, in particular software engineering of immersive systems and digital twins platforms, capable of solving complex scientific and technical, innovation-oriented problems and problems of software engineering of immersive systems and digital twins, capable of formulating production and scientific tasks for software development, maintenance, and quality assurance, of finding rational and optimal methods and means of their solution, to solve complex specialized problems and practical scientific problems in software engineering, to ensure sustainable development of IT companies, as well as training of applicants higher education to further study in the chosen specialty.

The purpose of the educational program corresponds to the development strategy of Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute for 2025-2030 on the formation of the society of the future based on the concept of sustainable development.

<b>3 - Характеристика освітньої програми / Educational programme characteristics</b>	
<b>Предметна область / Subject area</b>	
<p>Об'єкт вивчення та діяльності: процеси розроблення, модифікації, аналізу, забезпечення якості, впровадження і супроводження програмного забезпечення.</p> <p>Цілі навчання: підготовка фахівців, які здатні ставити розв'язувати складні задачі і проблеми з розроблення, забезпечення якості, впровадження та супроводу програмних засобів, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.</p> <p>Теоретичний зміст предметної області: базові математичні, інфологічні, лінгвістичні, економічні концептуальні положення щодо розроблення і супроводу програмного забезпечення та забезпечення його якості.</p> <p>Методи, методики та технології: методи аналізу та моделювання прикладної області, виявлення інформаційних потреб, класифікації та аналізу даних для проєктування програмного забезпечення; методи розроблення вимог до програмного забезпечення; методи аналізу і побудови моделей програмного забезпечення; методи проєктування, конструювання, інтеграції, тестування та верифікації програмного забезпечення; методи модифікації компонентів і даних програмного забезпечення; моделі і методи надійності та якості в програмній інженерії; методи управління проєктами програмного забезпечення.</p> <p>Інструменти та обладнання: програмно-апаратні та хмарні засоби підтримки процесів інженерії програмного забезпечення.</p>	<p>Subject area (Object of study and activity): processes of software development, modification, analysis, quality assurance, deployment, and maintenance.</p> <p>Educational objectives: training of specialists capable of formulating and solving complex tasks and problems in software development, quality assurance, deployment, and maintenance, which involves conducting research and/or implementing innovations and is characterized by the uncertainty of conditions and requirements.</p> <p>Theoretical content of the subject area: fundamental mathematical, infological, linguistic, and economic conceptual provisions regarding software development, maintenance, and quality assurance.</p> <p>Methods, techniques, and technologies: methods for analysis and modeling of the application domain, identification of information needs, data classification and analysis for software design; software requirements engineering methods; methods for analysis and construction of software models; methods for software design, construction, integration, testing, and verification; methods for modification of software components and data; models and methods of reliability and quality in software engineering; software project management methods.</p> <p>Tools and equipment: software, hardware, and cloud-based tools for supporting software engineering processes.</p>
<b>Орієнтація освітньої програми / Scope</b>	
Освітньо-наукова	Educational and scientific
<b>Основний фокус освітньої програми / Main focus</b>	

Освітня програма забезпечує отримання спеціальної освіти у галузі інженерії програмного забезпечення імерсивних систем та цифрових двійників. Програма спрямована на формування таких компетентностей здобувачів вищої освіти, що роблять можливим їх всебічний професійний, науковий, інтелектуальний та соціальний розвиток у сфері проектування інтерактивних віртуальних середовищ та створення високотехнологічних цифрових моделей реальних об'єктів. Програма забезпечує набуття освітньої кваліфікації для формулювання комплексних задач науково-професійної діяльності та їх виконання в умовах цифрової трансформації та розвитку Індустрії 4.0. Здобувачі вищої освіти мають можливість здобути знання з інших галузей та поглиблювати свої фахові знання у сфері інженерії програмного забезпечення імерсивних систем та цифрових двійників завдяки можливості формування гнучкої індивідуальної траєкторії навчання.

Ключові слова: програмні засоби, програмне забезпечення, імерсивні системи, цифрові двійники, віртуальна та доповнена реальність, моделювання, кіберфізичні системи, інформаційні технології, розроблення, супроводження та забезпечення якості програмного забезпечення.

The educational program provides specialized education in the field of Software Engineering of Immersive Systems and Digital Twins. The program is aimed at developing such competencies in higher education students that enable their comprehensive professional, scientific, intellectual, and social development in the area of designing interactive virtual environments and creating high-tech digital models of real-world objects. The program ensures the acquisition of an educational qualification for formulating complex tasks in scientific and professional activities and their execution within the context of digital transformation and the advancement of Industry 4.0. Higher education students have the opportunity to acquire knowledge from other fields and deepen their professional expertise in software engineering of immersive systems and digital twins, thanks to the possibility of forming a flexible individual learning trajectory.

Keywords: software tools, software, immersive systems, digital twins, virtual and augmented reality, modeling, cyber-physical systems, information technology, development, maintenance, and quality assurance of software.

**Особливості освітньої програми / Features**

Особливістю освітньої програми є підготовка фахівців, які здатні проєктувати програмне забезпечення, користувацькі інтерфейси (UX/UI) та моделі для імерсивних систем та цифрових двійників складних об'єктів з використанням передових технологій штучного інтелекту для аналізу та моделювання поведінки об'єктів у реальному часі. Унікальність програми полягає у синергії поглибленої інженерної підготовки з архітектури програмного забезпечення з інноваційними методами просторових обчислень, розробленням імерсивних інтерфейсів та застосуванням технологій мультимедіа (Mulsemedia). Останні забезпечують залучення різних органів чуття користувача і є критично важливим елементом у створенні екосистем Метавсесвіту (Metaverse) та цифрових копій людей (Digital Humans), що наразі формують найбільш високотехнологічний сегмент світового ринку програмного забезпечення. Для реалізації освітньо-наукової складової та проведення експериментальних досліджень використовується потужна база Навчально-наукова лабораторія мультимедіа, мультимедіа та імерсивних технологій, що дозволяє студентам опановувати роботу з обладнанням віртуальної та доповненої реальності. Програма побудована на принципах тісної співпраці з індустрією, що передбачає залучення до освітнього процесу провідних професіоналів-практиків із міжнародних ІТ-компаній, які спеціалізуються на розробленні складних програмних рішень. Студенти та викладачі мають широкі можливості для участі у програмах міжнародної академічної мобільності, що сприяє інтеграції у глобальний науковий простір. Окрім того, зміст навчання базується на актуальних міжнародних фахових стандартах інженерії програмного забезпечення та менеджменту проєктів, що гарантує високу конкурентоспроможність випускників на світовому рівні.

A key feature of the educational program is the training of specialists capable of designing software, user interfaces (UX/UI), and models for immersive systems and digital twins of complex objects, utilizing advanced artificial intelligence technologies for real-time analysis and modeling of object behavior. The program's uniqueness lies in the synergy of in-depth engineering training in software architecture with innovative methods of spatial computing, the development of immersive interfaces, and the application of mulsemedia technologies. The latter ensure the engagement of various user senses and are a critical element in creating Metaverse ecosystems and Digital Humans, which currently form the most high-tech segment of the global software market.

To implement the educational and scientific component and conduct experimental research, the program utilizes the extensive resources of the Research and Training Laboratory of Multimedia, Mulsemedia, and Immersive Technologies, allowing students to master work with virtual and augmented reality equipment. The program is built on the principles of close cooperation with the industry, which involves engaging leading practitioners from international IT companies specializing in the development of complex software solutions. Students and faculty have ample opportunities to participate in international academic mobility programs, facilitating integration into the global scientific community. Furthermore, the curriculum is based on current international professional standards for software engineering and IT project management, guaranteeing the high competitiveness of graduates on a global scale.

**4 - Придатність випускників до працевлаштування та подальшого навчання /  
Eligibility of graduates for employment and further study**

**Придатність до працевлаштування / Eligibility for employment**

Область професійної діяльності випускників охоплює розроблення інноваційних програмних продуктів у сфері імерсивних технологій, проєктування складних систем цифрових двійників, створення засобів розроблення програмного забезпечення, а також проведення наукових досліджень у галузі комп'ютерних наук. Вона включає викладацьку, експертну та консультативну діяльність у сфері сучасної інженерії програмного забезпечення. Магістри з інженерії програмного забезпечення імерсивних систем та цифрових двійників можуть працювати як архітектори систем розширеної реальності, розробники складних моделей цифрових двійників, фахівці з проєктування, конструювання та тестування інтелектуального програмного забезпечення в провідних ІТ-компаніях, інженерних центрах та наукових інституціях. Згідно з Національним класифікатором професій ДК 003:2010, випускники можуть працювати за професіями:

2131.2 Адміністратор бази даних;  
2131.2 Адміністратор даних;  
2131.2 Адміністратор доступу;  
2131.2 Адміністратор системи;  
2131.2 Аналітик з комп'ютерних комунікацій;  
2131.2 Аналітик програмного забезпечення та мультимедіа;  
2131.2 Інженер з програмного забезпечення комп'ютерів;  
2131.2 Інженер-програміст;  
2131.2 Програміст (база даних);  
2131.2 Програміст (прикладний);  
2132.1 Молодий науковий співробітник (програмування);  
2132.1 Науковий співробітник (програмування) ;  
2132.1 Науковий співробітник-консультант (програмування);  
2132.2 Інженер-програміст;  
2132.2 Програміст (база даних);  
2132.2 Програміст прикладний;  
2132.2 Програміст системний;  
2139.2 Інженер із застосування комп'ютерів.

The field of professional activity encompasses the development of innovative software products in the realm of immersive technologies, the design of complex digital twin systems, the creation of software development tools, and scientific research in the field of computer science. It includes teaching, expert, and consultancy activities within modern software engineering. Masters in Software Engineering of Immersive Systems and Digital Twins are qualified to work as extended reality system architects, developers of complex models of digital twins, and specialists in the design, engineering, and testing of intelligent software in leading IT companies, engineering centers, and research institutions. According to the National Classification of Occupations SC 003:2010, graduates can work in the following professions:

2131.2 Database administrator;  
2131.2 Data Administrator;  
2131.2 Access Administrator;  
2131.2 System administrator;  
2131.2 Computer Communications Analyst;  
2131.2 Software and Multimedia Analyst;  
2131.2 Computer Software Engineer;  
2131.2 Software Engineer;  
2131.2 Programmer (database);  
2131.2 Programmer (applied);  
2132.1 Junior Researcher (Programming)  
2132.1 Researcher (programming)  
2132.1 Researcher-consultant (programming)  
2132.2 Software Engineer  
2132.2 Programmer (database)  
2132.2 Application programmer  
2132.2 System programmer  
2139.2 Computer Application Engineer.

**Подальше навчання / Further study**

Можливість продовження освіти за третім (освітньо-науковим) рівнем вищої освіти. Набуття додаткових кваліфікацій у системі освіти дорослих.

Opportunity to continue education at the third (educational and scientific) level of higher education.  
Acquisition of additional qualifications in the adult education system.

**5 - Викладання та оцінювання / Teaching and assessment****Викладання та навчання/Teaching and studying**

Програмою передбачено студентоцентроване навчання, компетентнісний підхід, а також реалізацію технології проблемно-орієнтованого навчання. Стиль навчання – активний, що дає можливість магістранту обирати предмети та організувати час.

Загальний стиль навчання – завданнорієнтований. Під час навчання застосовуються інформаційно-комунікаційні технології (e-learning, онлайн-лекції, гібридні комунікації).

Форми організації навчання: лекції, практичні та семінарські заняття, комп'ютерні практикуми і лабораторні роботи; курсові проекти і роботи; технологія змішаного навчання, практики і екскурсії; самостійна робота на основі підручників та конспектів, консультації із викладачами. Під час першого семестру навчання магістрант обирає напрям дослідження. Впродовж другого, третього та четвертого семестру він виконує кваліфікаційну роботу магістра, яку презентує та захищає перед екзаменаційною комісією.

Усім учасникам освітнього процесу своєчасно надається доступна і зрозуміла інформація щодо цілей, змісту та програмних результатів навчання, порядку та критеріїв оцінювання в межах окремих освітніх компонентів.

The program provides for student-centered learning, a competency-based approach, as well as the implementation of problem-oriented learning technology. Learning style - active, which allows the graduate to choose subjects and organize time.

General learning style - task-oriented. Information and communication technologies (elearning, online lectures, hybrid communications) are used during the training. Forms of training: lectures, practical and seminar classes, computer workshops and laboratory work; course projects and works; technology of blended learning, practice, and excursions; independent work based on textbooks and abstracts, consultations with teachers. During the first semester of study, the undergraduate chooses the direction of research. During the second, third, and fourth semesters, the undergraduate performs a master's thesis, which the undergraduate presents and defends before the examination board.

All participants in the educational process are provided with timely and understandable information on the goals, content, and program learning outcomes, the procedure, and evaluation criteria within the individual educational components.

**Оцінювання / Assessment**

Оцінювання знань студентів здійснюється у відповідності до Положення про систему оцінювання результатів навчання студентів КПІ ім. Ігоря Сікорського за усіма видами аудиторної та позааудиторної роботи.

Assessment of students' knowledge is carried out in accordance with the Regulation on the system of assessment of student learning outcomes of Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute for all types of classroom and nonclassroom work.

<b>6 - Програмні компетентності / Programme competencies</b>		
<b>Інтегральна компетентність / Integral competence</b>		
	Здатність розв'язувати складні задачі дослідницького та інноваційного характеру у сфері проектування, розроблення та супроводження імерсивних систем і цифрових двійників складних об'єктів, що характеризується динамічністю середовища, комплексністю інтеграції віртуального та фізичного світів і невизначеністю умов.	The ability to solve complex problems of a research and innovative nature in the field of design, development, and maintenance of immersive systems and digital twins of complex objects, characterized by environmental dynamics, the complexity of virtual and physical world integration, and uncertainty of conditions.
<b>Загальні компетентності (ЗК) / General competencies</b>		
ЗК01	Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу	Ability to abstract thinking, analysis and synthesis
ЗК02	Здатність спілкуватися іноземною мовою як усно, так і письмово	Ability to communicate in a foreign language both orally and in writing
ЗК03	Здатність проводити дослідження на відповідному рівні	Ability to conduct research at the appropriate level
ЗК04	Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань/видів економічної діяльності)	Ability to communicate with representatives of other professional groups of different levels (with experts from other fields of knowledge / types of economic activity)
ЗК05	Здатність генерувати нові ідеї (креативність)	Ability to generate new ideas (creativity)
<b>Фахові компетентності (ФК) / Professional competencies</b>		
ФК01	Здатність аналізувати предметні області, формувати, класифікувати вимоги до програмного забезпечення	Ability to analyze subject areas, form, classify software requirements
ФК02	Здатність розробляти і реалізовувати наукові та/або прикладні проекти у сфері інженерії програмного забезпечення	Ability to develop and implement scientific and / or applied projects in the field of software engineering
ФК03	Здатність проектувати архітектуру програмного забезпечення, моделювати процеси функціонування окремих підсистем і модулів	Ability to design software architecture, model the operation of individual subsystems and modules
ФК04	Здатність розвивати і реалізовувати нові конкурентоспроможні ідеї в інженерії програмного забезпечення	Ability to develop and implement new competitive ideas in software engineering
ФК05	Здатність розробляти, аналізувати та застосовувати специфікації, стандарти, правила і рекомендації в сфері інженерії програмного забезпечення	Ability to develop, analyze and apply specifications, standards, rules and guidelines in the field of software engineering
ФК06	Здатність ефективно керувати фінансовими, людськими, технічними та іншими проектними ресурсами у сфері інженерії програмного забезпечення	Ability to effectively manage financial, human, technical and other project resources in the field of software engineering
ФК07	Здатність критично осмислювати проблеми у галузі інформаційних технологій та на межі галузей знань, інтегрувати відповідні знання та розв'язувати складні задачі у широких або мультидисциплінарних контекстах	Ability to critically comprehend problems in the field of information technology and at the frontiers of knowledge, to integrate relevant knowledge and solve complex problems in broad or multidisciplinary contexts
ФК08	Здатність розробляти і координувати процеси, етапи та ітерації життєвого циклу програмного забезпечення на основі застосування сучасних моделей, методів та технологій розроблення програмного забезпечення	Ability to develop and coordinate processes, stages and iterations of the software life cycle based on the application of modern models, methods and technologies of software development

ФКО 9	Здатність забезпечувати якість програмного забезпечення	Ability to ensure software quality
ФК1 0	Здатність планувати і виконувати наукові дослідження з інженерії програмного забезпечення	Ability to plan and perform research in software engineering
ФК1 1	Здатність застосовувати і розвивати фундаментальні і міждисциплінарні знання для успішного розв'язання наукових проблем інженерії програмного забезпечення	Ability to apply and develop fundamental and interdisciplinary knowledge to successfully solve scientific problems of software engineering
ФК1 2	Здатність проектувати складні імерсивні системи та архітектури цифрових двійників для промисловості та соціокультурної сфери	Ability to design complex immersive systems and digital twin architectures for industry and the socio-cultural sphere
ФК1 3	Здатність проектувати, впроваджувати та підтримувати програмні системи для візуалізації великих масивів даних у 3D-просторі	Ability to design, implement, and maintain software systems for big data visualization in 3D space
ФК1 4	Здатність впроваджувати та підтримувати інформаційні системи управління цифровими копіями реальних об'єктів	Ability to implement and maintain information systems for managing digital copies of real-world objects
ФК1 5	Здатність до розроблення програмних проєктів, які інтегрують сенсорні дані (IoT) та віртуальні середовища для розв'язання значущих технічних та соціальних проблем	Ability to develop software projects that integrate sensor data (IoT) and virtual environments to solve significant technical and social problems
ФК1 6	Здатність застосовувати технології штучного інтелекту та комп'ютерного зору для створення інтелектуальних імерсивних систем та автономних цифрових двійників	Ability to apply AI and computer vision technologies to create intelligent immersive systems and autonomous digital twins
ФК1 7	Здатність застосовувати на практиці методології Agile та DevOps у специфічному контексті розроблення графічно-орієнтованого ПЗ	Ability to apply Agile and DevOps methodologies in the specific context of graphics-oriented software development
ФК1 8	Здатність розробляти комплексні стратегії кіберзахисту та проводити наукові дослідження вразливостей імерсивних середовищ і цифрових двійників, включаючи аналіз цілісності даних у кіберфізичних каналах, захист конфіденційності біометричних параметрів та верифікацію стійкості інтелектуальних моделей до цілеспрямованих атак	Ability to develop comprehensive cybersecurity strategies and conduct scientific research on vulnerabilities in immersive environments and digital twins, including data integrity analysis in cyber-physical channels, protection of biometric parameter privacy, and verification of intelligent model resilience against targeted attacks
ФК1 9	Здатність проектувати імерсивні та мультимедійні інтерфейси (HCI - Human-Computer Interaction), що залучають різні канали сприйняття	Ability to design immersive and multimedia interfaces (HCI) that engage multiple sensory channels

<b>7 - Програмні результати навчання (ПРН) / Programme learning outcomes</b>		
ПРНО 1	Знати і застосовувати сучасні професійні стандарти та нормативно-правові документи з інженерії програмного забезпечення	Know and apply modern professional standards and regulations on software engineering
ПРНО 2	Оцінювати і вибирати ефективні методи і моделі розроблення, впровадження, супроводу програмного забезпечення та управління відповідними процесами на всіх етапах життєвого циклу	Evaluate and select effective methods and models for the development, implementation, maintenance of software and management of relevant processes at all stages of the life cycle
ПРНО 3	Будувати і досліджувати моделі інформаційних процесів у прикладній області	Build and research models of information processes in the application field
ПРНО 4	Виявляти інформаційні потреби і класифікувати дані для проєктування програмного забезпечення	Identify information needs and classify data for software design
ПРНО 5	Розробляти, аналізувати, обґрунтовувати та систематизувати вимоги до програмного забезпечення	Develop, analyze, justify and systematize software requirements
ПРНО 6	Розробляти і оцінювати стратегії проєктування програмних засобів; обґрунтовувати, аналізувати і оцінювати варіанти проєктних рішень з точки зору якості кінцевого програмного продукту, ресурсних обмежень та інших факторів	Develop and evaluate software design strategies; substantiate, analyze and evaluate design solutions in terms of quality of the final software product, resource constraints and other factors
ПРНО 7	Аналізувати, оцінювати і застосовувати на системному рівні сучасні програмні та апаратні платформи для розв'язання складних задач інженерії програмного забезпечення	Analyze, evaluate and apply at the system level modern software and hardware platforms to solve complex problems of software engineering
ПРНО 8	Розробляти і модифікувати архітектуру програмного забезпечення для реалізації вимог замовника	Develop and modify software architecture to meet customer requirements
ПРНО 9	Обґрунтовано вибирати парадигми і мови програмування для розроблення програмного забезпечення; застосовувати на практиці сучасні засоби розроблення програмного забезпечення	Choose reasonable paradigms and programming languages for software development; apply in practice modern software development tools
ПРН1 0	Модифікувати існуючі та розробляти нові алгоритмічні рішення детального проєктування програмного забезпечення	Modify existing and develop new algorithmic solutions for detailed software design
ПРН1 1	Забезпечувати якість на всіх стадіях життєвого циклу програмного забезпечення, у тому числі з використанням релевантних моделей та методів оцінювання, а також засобів автоматизованого тестування і верифікації програмного забезпечення	Ensure quality at all stages of the software life cycle, including the use of relevant models and assessment methods, as well as automated software testing and verification tools
ПРН1 2	Приймати ефективні організаційно-управлінські рішення в умовах невизначеності та зміни вимог, порівнювати альтернативи, оцінювати ризики	Make effective organizational and managerial decisions in conditions of uncertainty and changing requirements, compare alternatives, assess risks
ПРН1 3	Конфігурувати програмне забезпечення, керувати його змінами та розробленням програмної документації на всіх етапах життєвого циклу	Configure software, manage its changes and develop software documentation at all stages of the life cycle
ПРН1 4	Прогнозувати розвиток програмних систем та інформаційних технологій	Predict the development of software systems and information technology

ПРН1 5	Здійснювати реінжиніринг програмного забезпечення відповідно до вимог замовника	Carry out software reengineering in accordance with customer requirements
ПРН1 6	Планувати, організовувати та здійснювати тестування, верифікацію та валідацію програмного забезпечення	Plan, organize and perform software testing, verification and validation
ПРН1 7	Збирати, аналізувати, оцінювати необхідну для розв'язання наукових і прикладних задач інформацію, використовуючи науково-технічну літературу, бази даних та інші джерела	Collect, analyze, evaluate the information needed to solve scientific and applied problems, using scientific and technical literature, databases and other sources
ПРН1 8	Розробляти математичне і програмне забезпечення для наукових досліджень в галузі інженерії програмного забезпечення	Develop mathematical and software for research in software engineering
ПРН1 9	Формулювати, експериментально перевіряти, обґрунтовувати і застосовувати на практиці в процесі розроблення програмного забезпечення інноваційні методи та конкурентоспроможні технології розв'язання професійних, науково-технічних задач у мультидисциплінарних контекстах	Formulate, experimentally test, substantiate and apply in practice in the process of software development innovative methods and competitive technologies for solving professional, scientific and technical problems in multidisciplinary contexts
ПРН2 0	Планувати і виконувати наукові дослідження в сфері інженерії програмного забезпечення, обирати методики та інструменти, аналізувати результати, обґрунтовувати висновки	Plan and perform research in the software engineering area, choose methods and tools, analyze the results, justify the conclusions
ПРН2 1	Знати теоретичні засади імерсивних систем та архітектурні принципи побудови цифрових двійників складних об'єктів	Know the theoretical foundations of immersive systems and architectural principles of building digital twins of complex objects
ПРН2 2	Вміти розробляти методи та алгоритми обробки даних у реальному часі для синхронізації фізичних об'єктів з їхніми цифровими копіями	Be able to develop methods and algorithms for real-time data processing to synchronize physical objects with their digital copies
ПРН2 3	Знати та застосовувати спеціалізовані шаблони проектування та інструментарій (VR/AR SDK, ігрові рушії) для створення імерсивного ПЗ	Know and apply specialized design patterns and tools (VR/AR SDK, game engines) for creating immersive software
ПРН2 4	Вміти проектувати та впроваджувати мультимедійні інтерфейси, що залучають різні канали сприйняття користувача в імерсивних середовищах	Be able to design and implement multimedia interfaces that engage multiple user sensory channels in immersive environments
ПРН2 5	Вміти розробляти програмні модулі для високореалістичної 3D-візуалізації та моделювання фізичних процесів у симуляційних системах	Be able to develop software modules for high-fidelity 3D visualization and physical process modeling in simulation systems
ПРН2 6	Застосовувати методи штучного інтелекту для аналізу станів цифрових двійників та предиктивного управління складними системами	Apply AI methods for digital twin state analysis and predictive management of complex systems
ПРН2 7	Здатність застосовувати методологію моделі-орієнтованої системної інженерії для проектування складних архітектур імерсивних систем та платформ цифрових двійників, забезпечуючи їх масштабованість, високу продуктивність та інтегровану кібербезпеку кіберфізичних каналів зв'язку на всіх етапах життєвого циклу	Ability to apply model-based systems engineering methodology to design complex architectures of immersive systems and digital twin platforms, ensuring their scalability, high performance, and integrated cybersecurity of cyber-physical communication channels throughout all stages of the lifecycle

ПРН2 8	Вміти управляти життєвим циклом розроблення складних програмних продуктів на межі віртуальної та фізичної реальності (XR/IoT)	Be able to manage the development lifecycle of complex software products at the intersection of virtual and physical reality (XR/IoT)
ПРН2 9	Вміти реалізовувати інноваційні проекти в галузі імерсивних технологій та цифрових моделей від концепції до комерційного впровадження	Be able to implement innovative projects in the field of immersive technologies and digital models from concept to commercial implementation
ПРН3 0	Знати і застосовувати професійні стандарти та етичні норми безпеки користувача при створенні систем цифрової присутності	Know and apply professional standards and ethical user safety norms when creating digital presence systems
<b>8 - Ресурсне забезпечення реалізації програми / Resource provision for programme implementation</b>		
<b>Кадрове забезпечення / Staffing</b>		
	Відповідно до кадрових вимог щодо забезпечення провадження освітньої діяльності для відповідного рівня ВО, затверджених Постановою Кабінету Міністрів України від 30.12.2015 р. № 1187 в чинній редакції. Залучення до викладання фахівців міжнародної ІТ-компанії "EPAM СИСТЕМЗ".	Following the personnel requirements for ensuring the implementation of educational activities for the relevant level of higher education, approved by the Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated 30.12.2015 № 1187 in the current version. Involvement of specialists from the international IT company EPAM Systems.
<b>Матеріально-технічне забезпечення / Material-technical support</b>		
	Відповідно до технологічних вимог щодо матеріально-технічного забезпечення освітньої діяльності відповідного рівня ВО, затверджених Постановою Кабінету Міністрів України від 30.12.2015 р. № 1187 в чинній редакції. Проведення лабораторних занять, виконання курсових та дипломних проектів у навчальнонауковій лабораторії "EPAM-КПІ", навчальнонауковій лабораторії мультимедіа, мультимедіа та імерсивних технологій, спеціалізованій лабораторії міжнародного проекту MEDIS.	Following the technological requirements for material and technical support of educational activities of the relevant level of higher education, approved by the Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated 30.12.2015 №1187 in the current version. Conducting laboratory classes, course, and diploma projects in the educational and scientific laboratory "EPAM-KPI", educational and scientific laboratory of multimedia, multimedia, and immersion technologies, specialized laboratory of the international project MEDIS.
<b>Інформаційне та навчально-методичне забезпечення / Information and methodological support of the educational process</b>		
	Відповідно до технологічних вимог щодо навчально-методичного та інформаційного забезпечення освітньої діяльності відповідного рівня ВО, затверджених Постановою Кабінету Міністрів України від 30.12.2015 р. № 1187 в чинній редакції. Користування Науково-технічною бібліотекою КПІ ім. Ігоря Сікорського, навчально-методичними та інформаційними ресурсами, які надає кафедра програмного забезпечення комп'ютерних систем.	Following the technological requirements for educational and methodological and informational support of educational activities of the relevant level of higher education, approved by the Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated 30.12.2015 №1187 in the current version. Use of the Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute Scientific and Technical Library, educational, methodical, and informational resources provided by the Department of Computer Systems Software.

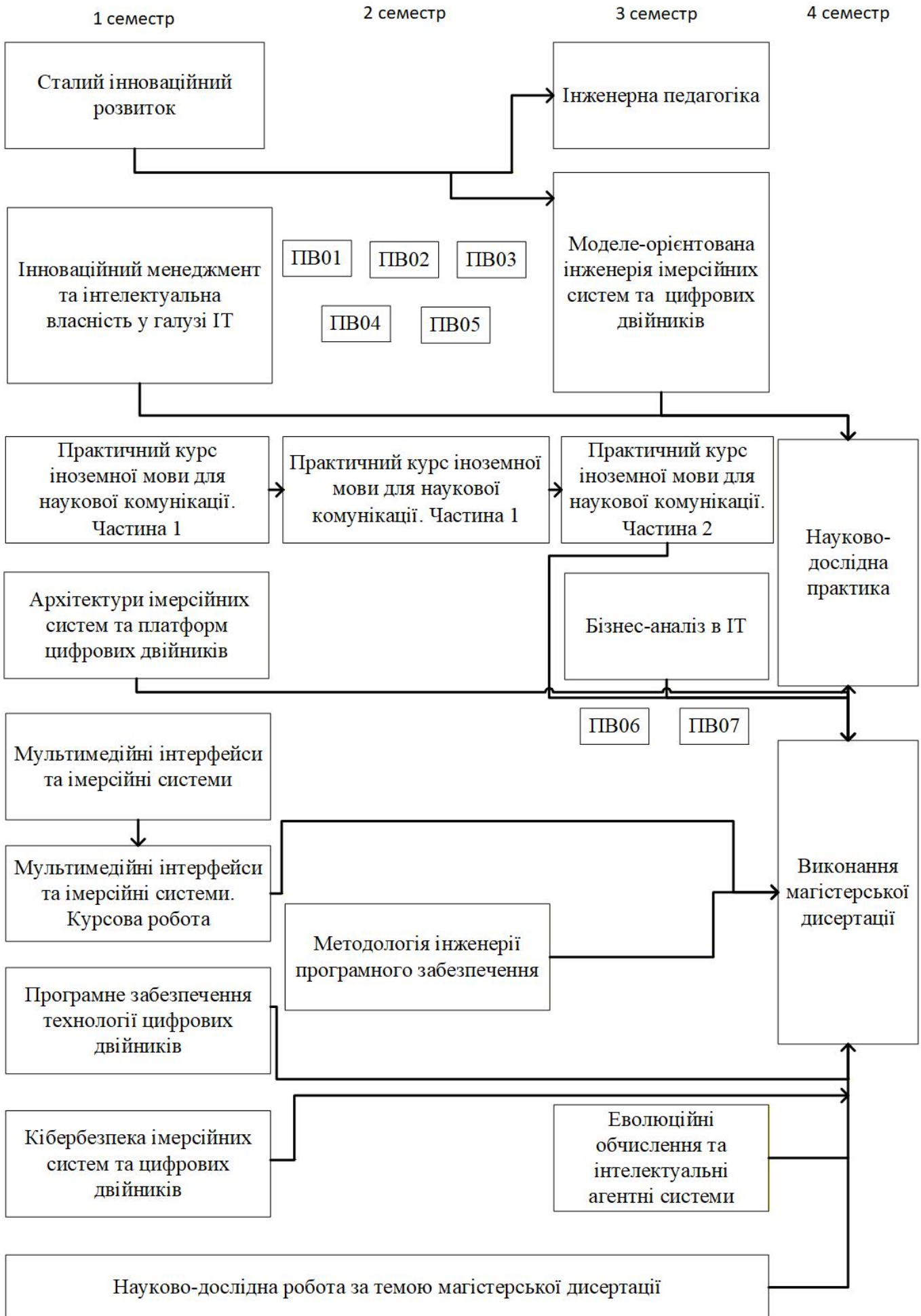
<b>9 - Академічна мобільність / Academic mobility</b>	
<b>Національна кредитна мобільність / National credit mobility</b>	
Можливість укладання угод про академічну мобільність, подвійне дипломування.	Possibility of concluding agreements on academic mobility, double diplomacy.
<b>Міжнародна кредитна мобільність / International credit mobility</b>	
Участь студентів у міжнародній програмі академічних обмінів в рамках договорів з вузами-партнерами, зокрема: 1. Вільнюський технічний університет імені Гедиміна (Литва). 2. Університет прикладних наук Хоф (Німеччина). 3. Університет Південної Данії (Данія). 4. Політехнічний університет Каталонії (Іспанія). 5. Університет Малаги (Іспанія).	Agreements on international academic mobility have been concluded with universities: 1. Vilnius Gediminas Technical University (Lithuania). 2. Hof University of Applied Sciences (Germany). 3. University of Southern Denmark (Denmark). 4. Universitat Politècnica de Catalunya (Spain). 5. University of Málaga (Spain).
<b>Навчання іноземних здобувачів вищої освіти / Study of foreign applicants of higher education</b>	
Навчання іноземних здобувачів ВО, які опановують ОП за програмами міжнародної академічної мобільності, навчання може проводитись англійською або українською мовою, за умови володіння здобувачем мовою навчання на рівні не нижче B2.	Training of foreign citizens for higher education who master the educational program in international academic mobility programs, training may be conducted in English or Ukrainian, provided that the applicant speaks the learning language at a level not lower than B2.
<b>10 - Процедура присвоєння професійних кваліфікацій / Procedure for awarding professional qualifications</b>	
Не передбачено присвоєння професійної кваліфікації	The awarding of a professional qualification is not provided

## 2. ПЕРЕЛІК КОМПОНЕНТІВ ОСВІТНЬОЇ ПРОГРАМИ / COMPONENTS of EDUCATIONAL PROGRAMME

Код/Code	Освітні компоненти програм/Components	Кредитів ЄКТС/ECTS credits	Форма підсумкового контролю / Final control form
<b>НОРМАТИВНІ освітні компоненти/Required (standard) components</b>			
<b>Обов'язкові компоненти циклу загальної підготовки/General training cycle</b>			
30 01	Інноваційний менеджмент та інтелектуальна власність у галузі ІТ / Innovative Management and Intellectual Property in IT	4.0	Екзамен / Exam
30 02	Сталий інноваційний розвиток / Sustainable Innovative Development	2.0	Залік / Final test
30 03	Практичний курс іноземної мови для наукової комунікації / Practical Foreign Language Course for Scientific Communication		
30 03.1	Практичний курс іноземної мови для наукової комунікації. Частина 1 / Practical Foreign Language Course for Scientific Communication. Part 1	3.0	Залік / Final test
30 03.2	Практичний курс іноземної мови для наукової комунікації. Частина 2 / Practical Foreign Language Course for Scientific Communication. Part 2	2.0	Залік / Final test
30 04	Інженерна педагогіка / Engineering Pedagogy	2.0	Залік / Final test
30 05	Бізнес-аналіз в ІТ / Business Analysis in IT	4.0	Екзамен / Exam
<b>Обов'язкові компоненти циклу професійної підготовки /Professional training cycle</b>			
ПО 04	Методологія інженерії програмного забезпечення / Software Engineering Methodology	4.0	Залік / Final test
ПО 05	Програмне забезпечення технології цифрових двійників / Software for Digital Twin Technology	4.0	Залік / Final test
ПО 06	Кібербезпека імерсивних систем та цифрових двійників / Cybersecurity of Immersive Systems and Digital Twins	5.0	Екзамен / Exam
ПО 07	Мультимедійні інтерфейси та імерсивні системи / Multimedia Interfaces and Immersive Systems	4.0	Залік / Final test
ПО 08	Мультимедійні інтерфейси та імерсивні системи. Курсовий проєкт / Multimedia Interfaces and Immersive Systems. Course work	2.0	Залік / Final test
ПО 09	Архітектури імерсивних систем та платформ цифрових двійників / Architectures of Immersive Systems and Digital Twin Platforms	5.0	Екзамен / Exam
ПО 10	Еволюційні обчислення та інтелектуальні агентні системи / Evolutionary Computing and Intelligent Agent Systems	6.0	Екзамен / Exam
ПО 11	Моделе-орієнтована інженерія імерсивних систем та цифрових двійників / Model-driven Engineering of Immersive Systems and Digital Twins	4.0	Залік / Final test
<b>Дослідницький (науковий) компонент/Research component</b>			
ПО 01	Наукова робота за темою магістерської дисертації / Scientific Work on the Master's Thesis Topic		
ПО 01.1	Наукова робота за темою магістерської дисертації. Частина 1. Основи наукових досліджень / Scientific Work on the Master's Thesis Topic. Part 1. Fundamentals of Scientific Research	4.0	Залік / Final test
ПО 01.2	Науково-дослідна робота за темою магістерської дисертації. Частина 2. Науково-дослідна робота за темою магістерської дисертації / Scientific Work on the Master's Thesis Topic. Part 2. Scientific and Research Work on the Topic of the Master's Dissertation	4.0	Залік / Final test
ПО 02	Науково-дослідна практика / Research practice	14.0	Залік / Final test
ПО 03	Виконання магістерської дисертації / Completion of the Master's Thesis	16.0	Захист / Defence
<b>ВИБІРКОВІ освітні компоненти/Elective components</b>			
<b>Вибіркові компоненти циклу професійної підготовки/Professional training cycle</b>			
ПВ 01	Освітній компонент 1 Ф-Каталогу / Educational Component 1 from P-Catalogue	4.0	Залік / Final test
ПВ 02	Освітній компонент 2 Ф-каталогу / Educational Component 2 from P-Catalogue	4.0	Залік / Final test
ПВ 03	Освітній компонент 3 Ф-каталогу / Educational Component 3 from P-Catalogue	5.0	Екзамен / Exam

Код/Code	Освітні компоненти програм/Components	Кредитів ЄКТС/ECTS credits	Форма підсумкового контролю / Final control form
ПВ 04	Освітній компонент 4 Ф-каталогу / Educational Component 4 from P-Catalogue	5.0	Екзамен / Exam
ПВ 05	Освітній компонент 5 Ф-каталогу / Educational Component 5 from P-Catalogue	5.0	Екзамен / Exam
ПВ 06	Освітній компонент 6 Ф-каталогу / Educational Component 6 from P-Catalogue	4.0	Залік / Final test
ПВ 07	Освітній компонент 7 Ф-каталогу / Educational Component 7 from P-Catalogue	4.0	Залік / Final test
Загальний обсяг обов'язкових компонентів / Total volume of the required components:		89	
Загальний обсяг вибірових компонентів / Total volume of the elective components:		31	
Обсяг освітніх компонентів, що забезпечують здобуття компетентностей визначених стандартом вищої освіти / Total volume of the educational components aimed at acquisition of competencies specified in the Higher Education Standard:		89	
ЗАГАЛЬНИЙ ОБСЯГ ОСВІТНЬОЇ ПРОГРАМИ / TOTAL VOLUME OF THE EDUCATIONAL PROGRAMME		120	

**3. СТРУКТУРНО-ЛОГІЧНА СХЕМА ОСВІТНЬОЇ ПРОГРАМИ / STRUCTURAL-AND-LOGICAL SCHEME OF THE EDUCATIONAL PROGRAMME**







#### **4. ФОРМА АТЕСТАЦІЇ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ / THE FORM OF ATTESTATION FOR DEGREE PURSUERS**

Кваліфікаційна робота має передбачати розв'язання складного спеціалізованого завдання або практичної проблеми в інженерії програмного забезпечення. У кваліфікаційній роботі не допускаються академічний плагіат, фабрикація, фальсифікація та списування. Кваліфікаційна робота перевіряється на дотримання принципів академічної доброчесності відповідно до Положення про систему запобігання плагіату, фабрикації, фальсифікації в Національному технічному університеті України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» та після захисту розміщується в репозиторії НТБ Університету для вільного доступу. Оприлюднення кваліфікаційних робіт, що містять інформацію з обмеженим доступом, здійснюється відповідно до вимог чинного законодавства.

The qualification thesis must involve solving a complex specialized task or a practical problem in software engineering. Academic plagiarism, fabrication, falsification, and cheating are strictly prohibited. The thesis is verified for compliance with the principles of academic integrity in accordance with the Regulations on the System for the Prevention of Plagiarism, Fabrication, and Falsification at Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute. Following the defense, the work is deposited in the University's Science and Technology Library repository for open access. The publication of qualification theses containing restricted information is carried out in accordance with the requirements of current legislation.

**5. МАТРИЦЯ ВІДПОВІДНОСТІ ПРОГРАМНИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ КОМПОНЕНТАМ  
ОСВІТНЬОЇ ПРОГРАМИ / COMPLIANCE MATRIX OF PROGRAMME COMPETENCIES WITH  
PROGRAMME COMPONENTS**

	ЗО 01	ЗО 02	ЗО 03	ЗО 04	ЗО 05	ПО 01	ПО 02	ПО 03	ПО 04	ПО 05	ПО 06	ПО 07	ПО 08	ПО 09	ПО 10	ПО 11
ЗК01		X			X	X	X	X	X							X
ЗК02			X													
ЗК03	X					X	X	X								
ЗК04	X	X	X	X	X	X	X									
ЗК05	X	X		X		X	X	X								
ФК01					X		X	X	X							
ФК02							X	X					X			X
ФК03							X	X	X	X	X					
ФК04							X	X								X
ФК05	X						X	X	X							
ФК06					X	X	X	X	X					X		
ФК07					X		X	X	X	X						
ФК08							X	X	X							
ФК09						X	X	X			X					
ФК10						X	X	X						X	X	
ФК11										X		X	X	X		
ФК12												X	X			
ФК13										X				X		X
ФК14	X				X					X						
ФК15										X				X		X
ФК16								X					X			
ФК17											X					
ФК18												X	X			
ФК19										X					X	X

