Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Член Європейської асоціації університетів

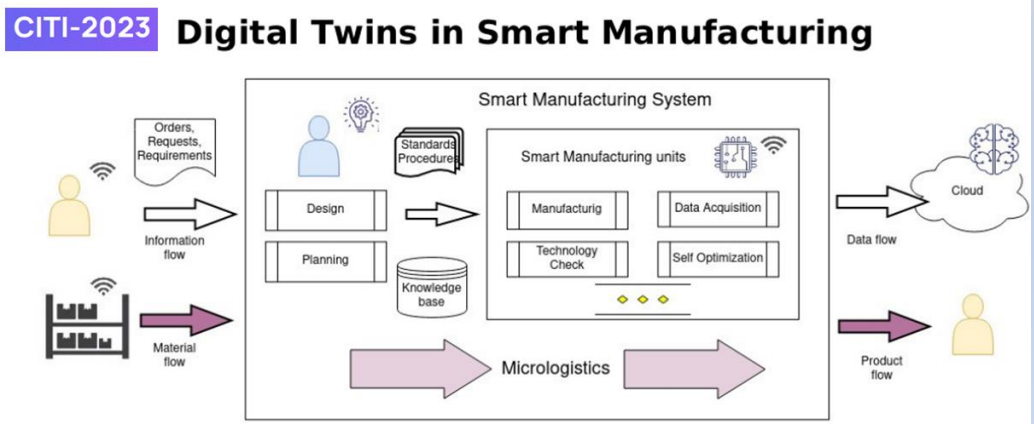
Лабораторія кіберфізичних систем

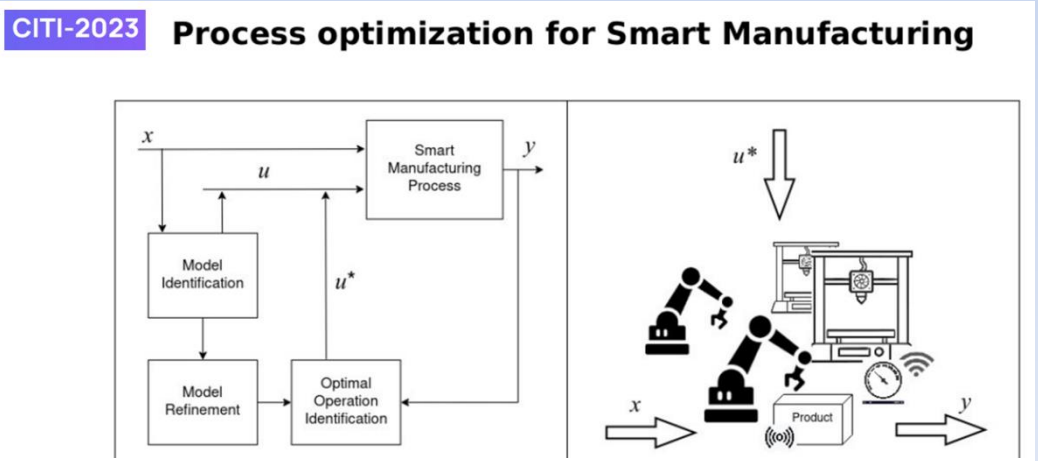
Науковий керівник - к.ф.-м.н., доц. каф. фізики Крамар Олександр Іванович

Лабораторія кіберфізичних систем, спільний науковий підрозділ кафедри фізики та кафедри кібербезпеки, створена у листопаді 2018 р. У грудні 2018 р. науковим керівником лабораторії кіберфізичних систем призначено к.ф.-м.н., доцента кафедри фізики Крамара О.І.

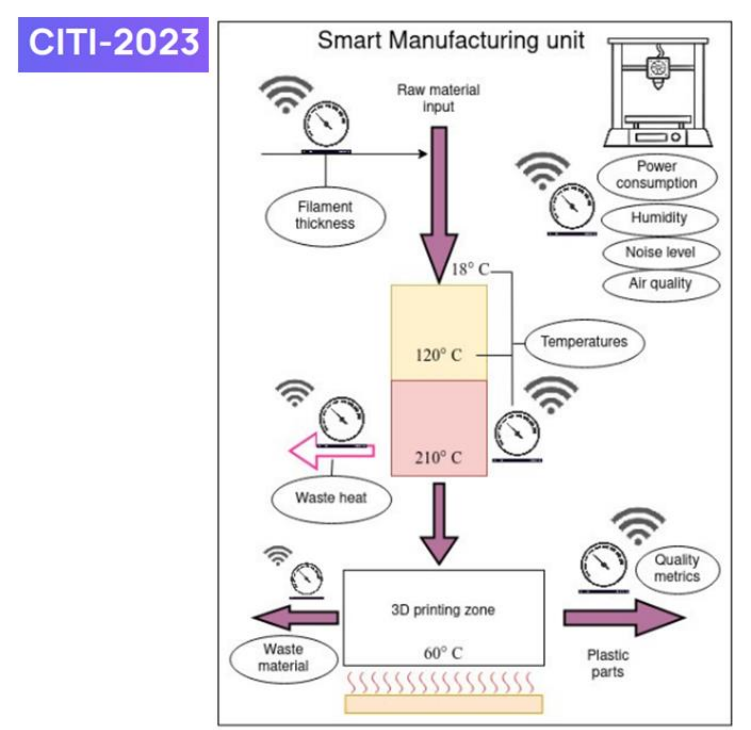
Метою діяльності лабораторії є проведення наукових досліджень в сфері складних систем, що поєднують кібернетичні компоненти, які з використанням певних фізичних процесів забезпечують збір, опрацювання, захищене зберігання і передавання інформації та на основі цього подальший вплив на оточуючу дійсність з допомогою інструментарію, що базується на використанні фізичних процесів.

Processes, flows and artifacts for smart manufacturing use-case





Optimization schema for digital twin-enabled smart manufacturing



Exemplary Smart Manufacturing unit to be monitored and controlled by Digital Twin

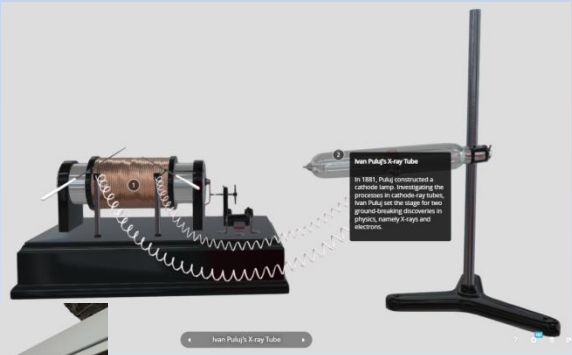
Напрямки діяльності Лабораторії кіберфізичних систем

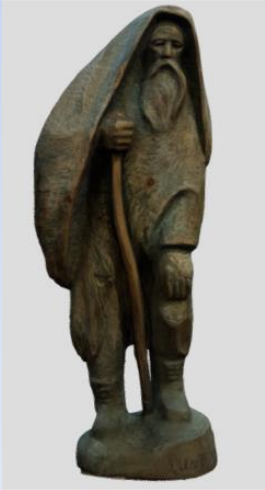
Співробітниками лабораторії ведеться дослідницька робота в напрямку фізичних основ сприймання стереозображень, розробки засобів 3D-візуалізації, програмних елементів доповненої та віртуальної реальностей як інтерфейсу цифрових двійників (Industry 5.0). Окремим напрямком діяльності лабораторії є обґрунтування параметрів та технічних характеристик, а також розробка демонстраційного обладнання для популяризації сучасних досягнень науки та техніки, цифровізація об’єктів науково-культурної спадщини

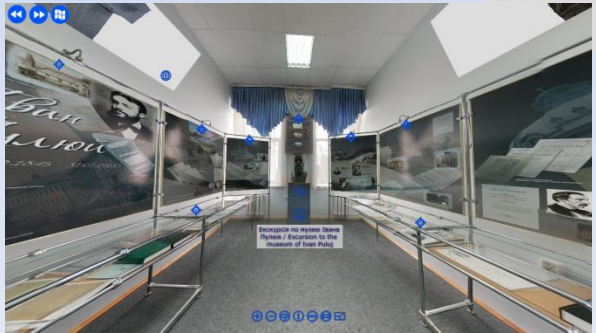
Лабораторія кіберфізичних систем
ТНТУ ім. І. Пулюя

пропонує:

- **3D-реконструкцію музейних експонатів**
- **3D-моделювання історичних будівель**
- **Сканування арт-об’єктів**
- **Створення віртуальних просторів музейних залів**
- **Створення панорамних турів**
- **Створення мобільних AR-застосунків**







Кадровий склад лабораторії кіберфізичних систем

керівник лабораторії, к.ф.-м.н., доцент кафедри фізики **Крамар Олександр Іванович**

к.ф.-м.н., доцент кафедри фізики **Скоренький Юрій Любомирович**

к.т.н., доцент кафедри кібербезпеки **Козак Руслан Володимирович**

к.т.н., ст. викладач кафедри фізики **Мочарський Віталій Сергійович**

інж. ІІ кат. кафедри фізики **Дунець Богдан Олегович**

Прилади та обладнання для забезпечення наукової роботи

№ п/п	Назва	Рік випуску	Кількість, шт.
1.	Цифровий мікроскоп Levenhuk DTX 90	2018	1
2.	Окуляри віртуальної реальності VR Shinecon, VR Case	2018	2
3.	Одноплатний комп’ютер Raspberry Pi	2018	1
4.	Arduino Uno Starter Kit	2019	2
5.	Квадрокоптер DJI Ryze Tello	2019	1
6.	Пристрій дистанційного жестового керування Leap Motion Controller	2019	1
7.	Голографічний 3D-проектор вентилятор Holographic FAN	2021	1
8.	Поворотний стіл Puluz з підсвіткою для предметної фотограмметрії	2022	1







Проекти лабораторії кіберфізичних систем

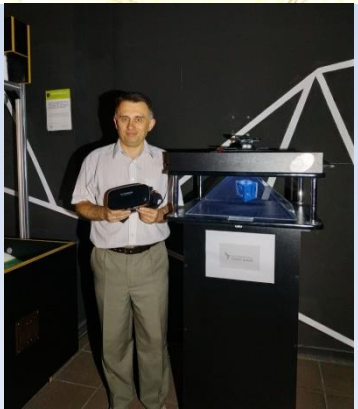
У березні-травні 2019 р. за умовами договору з громадською організацією "Тернопільський освітній навчально-демонстраційний "Центр науки"" про надання послуг з виконання науково-дослідної роботи здійснювалося виготовлення ряду демонстраційних зразків та підготовка технічної документації для пристроїв, що поєднують кібернетичні та фізичні компоненти.

Демонстраційні установки для Центру науки Тернополя

2019 р.

В цій добірці подано загальний опис установок для науково-популярних демонстрацій, якими було б доцільно доповнити експозицію Центру науки Тернополя, де юні тернополяни можуть навчатись та розважатись водночас, спостерігати явища природи й цікаві фізичні ефекти, експериментувати та досліджувати.

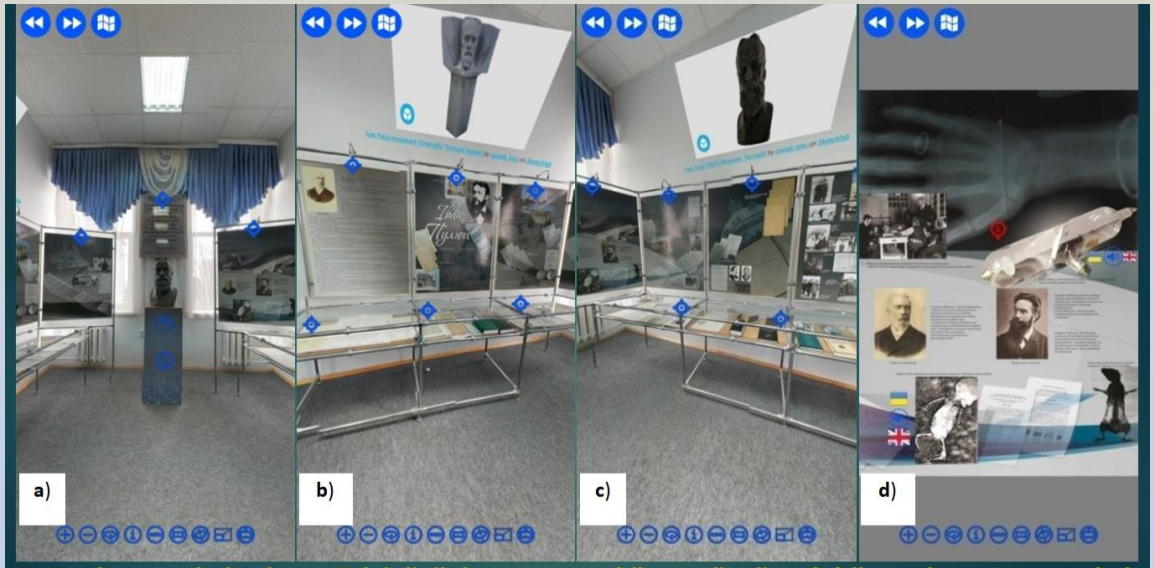
Для описаних демонстрацій наведена мінімальна комплектація та вартість, коротке пояснення фізичної суті явища чи принципу дії механізму. Всі пристрої повинні бути виготовлені з безпечних матеріалів та обслуговуватися належним чином, а також демонстрації повинні супроводжуватися кваліфікованими поясненнями, щоб зустріч з наукою стала максимально цікавою та корисною для дітей.



У 2021-2022 р.р. лабораторія кіберфізичних систем за підтримки ради інформатизації ТНТУ здійснила реалізацію проекту по створенню комплексу програмно-інформаційного забезпечення для музею Івана Пулюя в ТНТУ, який повинен забезпечити можливість повноцінного використання ресурсів музею та електронного репозитарію в науково-популяризаційній та профорієнтаційній діяльності, а також покликаний формувати позитивний міжнародний імідж ТНТУ та забезпечувати впізнаваність університету в європейському освітньому просторі.

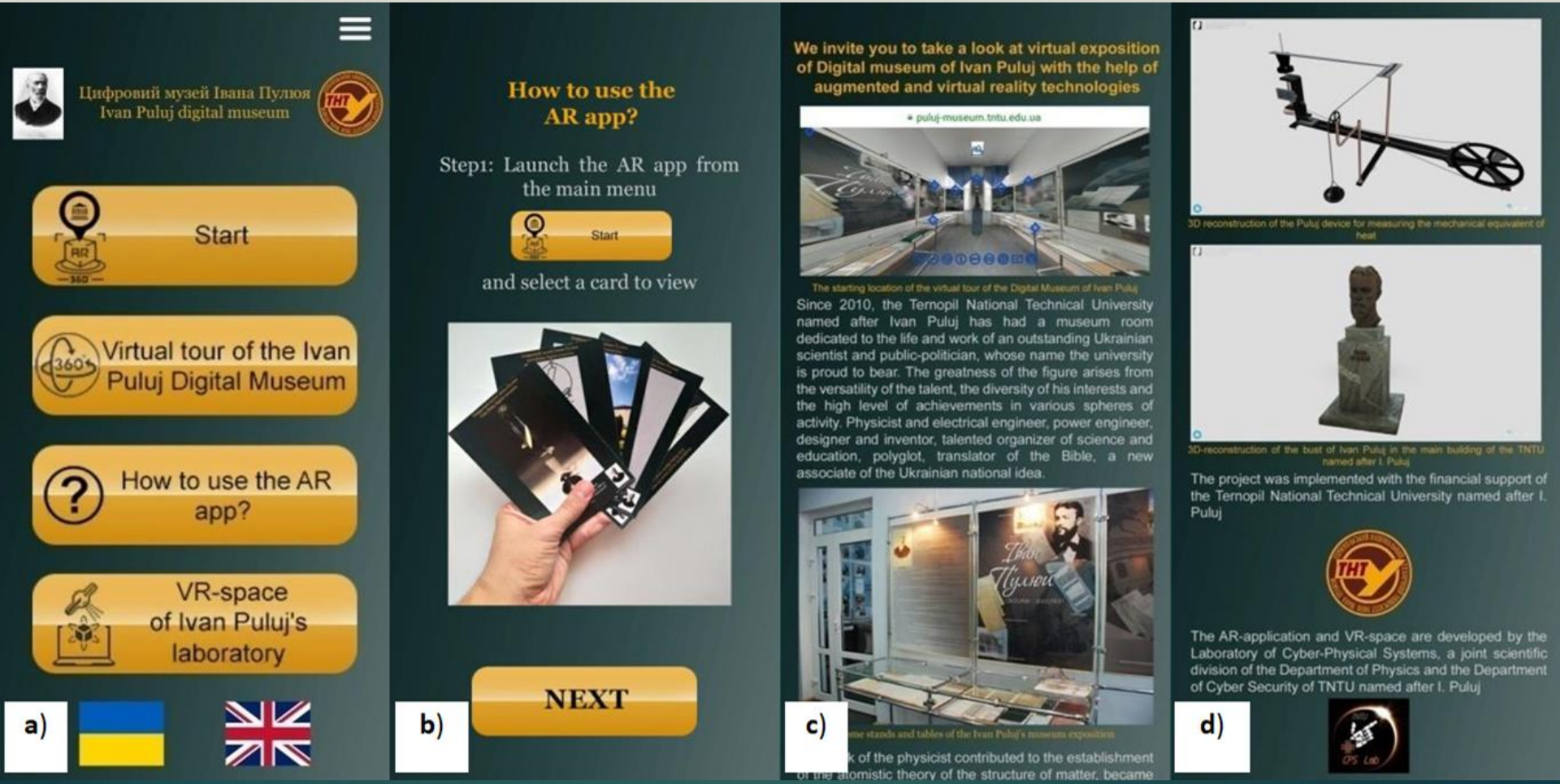
Цифровий музей Івана Пулюя / Ivan Puluj digital museum

https://puluj-museum.tntu.edu.ua/



Several screenshots of Ivan Puluj digital museum mobile application: (a) the welcome screenshot of the virtual tour of the Ivan Puluj Digital Museum; (b), (c) general view of the exposition with integrated models of sculptures; (d) example of an exhibition stand with interactive content

Ivan Puluj digital museum mobile application



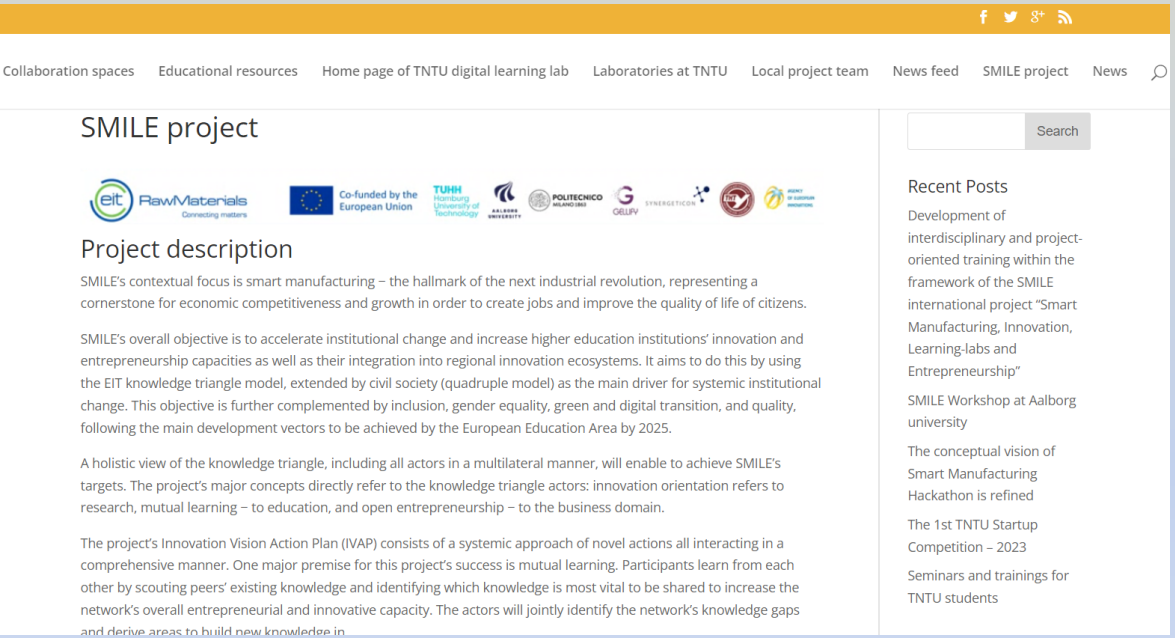
Several screenshots of Ivan Puluj digital museum mobile application: (a) The main menu; (b) AR-tutorial's page; (c), (d) information pages

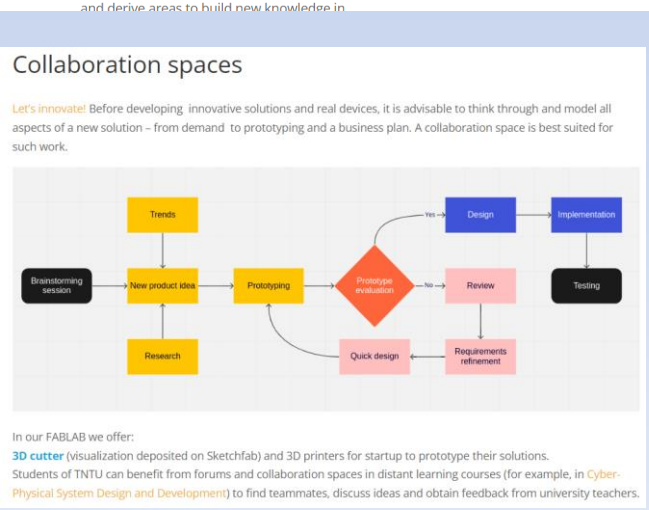
Augmented Reality (AR) / Доповнена реальність

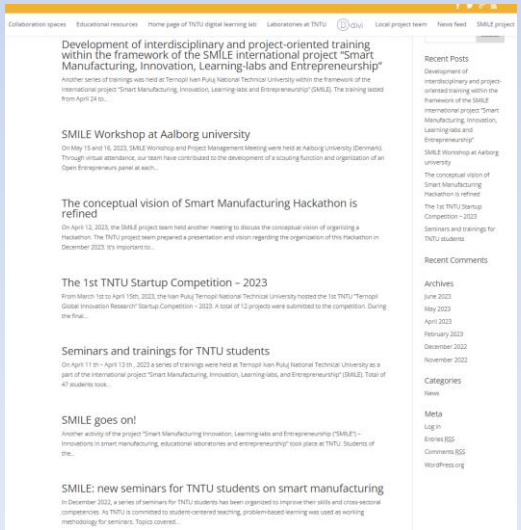
Virtual Reality (VR) / Віртуальна реальність

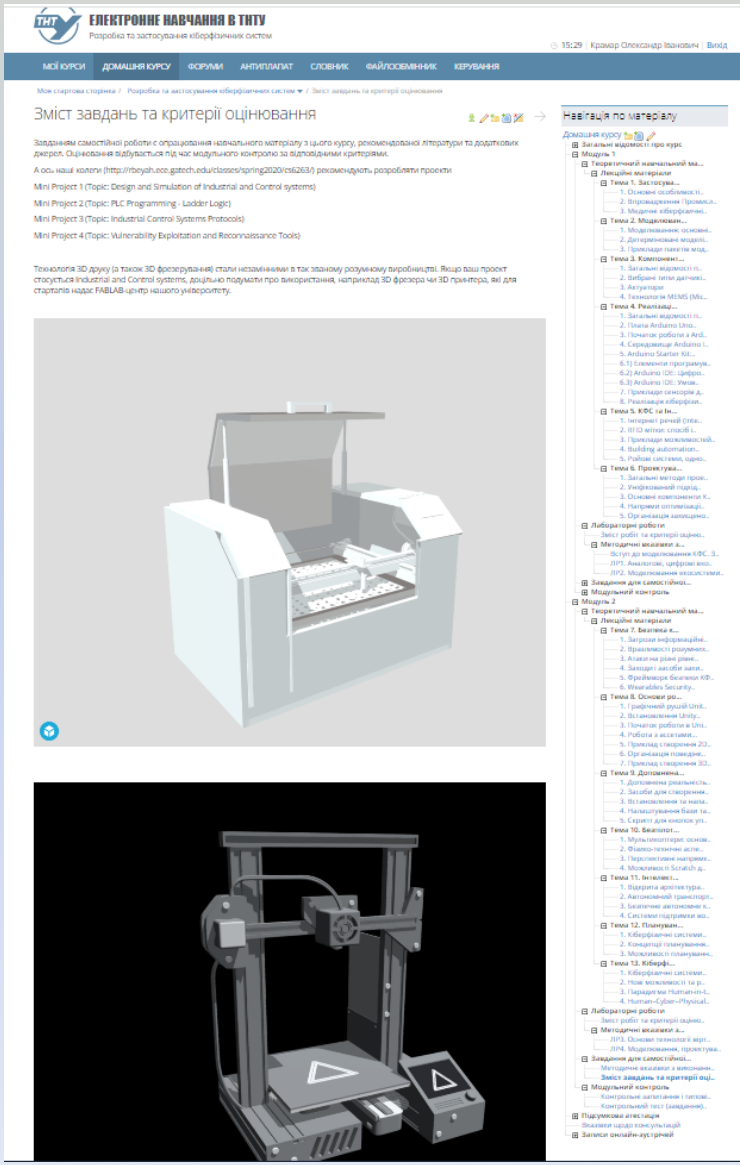
Участь у розробці міжнародного проекту Європейського інституту технологій (EIT) "Smart Manufacturing Innovation, Learning-labs, and Entrepreneurship" – розробка та підтримка TNTU Digital Learning Lab

https://smart-dll.tntu.edu.ua/









Провідні дослідники лабораторії кіберфізичних систем долучилися до розробки проектних запитів по Європейських рамкових програмах Horizon 2020 та Horizon Europe.

- **H2020-ICT-2018-2020 ID 857003 Augmented Reality in Cybersecurity Training and Tools Design (13/11/2018);**
- **H2020-ICT-2018-2020 ID 871390 Fast Data Platforms for CPSoS in Precision Agriculture (27/03/2019);**
- **HORIZON-CL4-2022-HUMAN-01-19 ID 101093100 eXtended Reality for EDUcational digital transition (05/04/2022);**
- **HORIZON-CL6-2023-ZEROPOLLUTION-01-7 ID 101135565 Global Reduction in Environmental Emissions through Novel Packaging Alternatives and Circular Knowledge (28/03/2023);**
- **HORIZON-CL4-2023-HUMAN-01-22 ID is 101136030 Enhanced XR Solution for Food Industry Production Line Design, Assembly, and Maintenance (29/03/2023).**

Лабораторія кіберфізичних систем ТНТУ ім. І. Пулюя запрошує до участі у спільних наукових проектах інвесторів та меценатів, а також представників бізнесу, науково-дослідницьких та освітніх установ

Контакти:

http://tntu.edu.ua/?p=uk/structure/research/labs/ndl-kfs

Адреса: м.Тернопіль, вул. Руська, 56, корпус № 2, ауд. 29

e-mail: **oklabcyber18@gmail.com**
kramar_o@tntu.edu.ua

web-сторінка: **physics.tntu.edu.ua/labs/cpsl**

facebook-сторінка: **@CyberPhysTNTU**

Наукові публікації співробітників лабораторії кіберфізичних систем

•Kramar T., Duda O., Kramar O., Rokitskyi O. Peculiarities of Augmented Reality Usage in a Mobile Application: the Case of the Ivan Puluj Digital Museum // CEUR Workshop Proceedings, 2nd International Workshop on Information Technologies: Theoretical and Applied Problems, ITTAP 2022, 3309, pp. 279–287 **(Scopus)**.

•Bodnarchuk I., Skorenkyy Y., Kramar T., Duda O., Nykytyuk V. Use of Analytical Hierarchy Process in Scenarios Design for a Digital Museum with XR components // CEUR Workshop Proceedings, 2nd International Workshop on Information Technologies: Theoretical and Applied Problems, ITTAP 2022, 3309, pp. 414–429 **(Scopus)**.

•Zagorodna N., Skorenkyy Y., Kunanets N., Baran I., Stadnyk M. Augmented Reality Enhanced Learning Tools Development for Cybersecurity Major // CEUR Workshop Proceedings, 2nd International Workshop on Information Technologies: Theoretical and Applied Problems, ITTAP 2022, 3309, pp. 25–32 **(Scopus)**.

•Kramar O., Skorenkyy Y., Rokitskyi , Kramar T. Application of virtual and augmented reality technologies for creation of a digital museum of scientific and cultural heritage of Ivan Puluj // CEUR Workshop Proceedings.- 2021.- vol. 3039, pp. 285-293 **(Scopus)**.

•Skorenkyy Y., Zagorodna N., Kunanets N., Baran I. Decision making support system for individual educational trajectory choice in LMS // CEUR Workshop Proceedings.- 2021.- vol. 3039, pp. 322-326 **(Scopus)**.

•Skorenkyy Yu., Kozak R., Zagorodna N., Kramar O., Baran I. Use of augmented reality-enabled prototyping of cyber-physical systems for improving cyber-security education // Journal of Physics: Conference Series.- 2021.- vol. 1840 (1), 012026 **(Scopus)**.

•Kramar O., Drohobytskiy Yu., Skorenkyy Yu., Rokitskyi O., Kunanets N., Pasichnyk V., Matsiuk O. Augmented Reality-assisted Cyber-Physical Systems of Smart University Campus // 2020 IEEE 15th International Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT).- 2020.- vol. 2.- pp. 309-313. **(Scopus)**.

•Drohobytskiy Y., Brevus V. and Skorenkyy Y. Spark Structured Streaming: Customizing Kafka Stream Processing, 2020 IEEE Third International Conference on Data Stream Mining & Processing (DSMP), Lviv, Ukraine, 2020, pp. 296-299 **(Scopus)**.

•Крамар, Т.О., Крамар, О.І., Дуда, О.М.. Інтеграція елементів доповненої реальності в інституційний репозитарій ТНТУ. // XXIII Всеукраїнська науково-технічна конференція молодих вчених, аспірантів та студентів "Стан, досягнення та перспективи інформаційних систем і технологій". Матеріали конференції, 20-21 квітня 2023 року.- Одеса, 2023.- С. 426-428.

•Крамар О., Гайда С.-Н., Зеленюк Є., Федів В. 3d-моделювання електровакуумних ламп Івана Пулюя // Матеріали IX науково-технічної конференції "Інформаційні моделі, системи та технології", 8–9 грудня 2021 року.- Тернопіль, 2021.- С.185.

•Скоренький Ю.Л., Загородна Н.В., Козак Р.О., Крамар О.І. Освітні застосування засобів доповненої реальності та кіберфізичних систем // Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції "Фундаментальні та прикладні проблеми сучасних технологій" до 60-річчя з дня заснування Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя та 175-річчя з дня народження Івана Пулюя.- Тернопіль: ТНТУ, 2020.- С. 176.

•Крамар О.І., Скоренький Ю.Л., Рокіцький О.М. Концепція віртуального музею наукової спадщини Івана Пулюя // Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції "Фундаментальні та прикладні проблеми сучасних технологій" до 60-річчя з дня заснування Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя та 175-річчя з дня народження Івана Пулюя.- Тернопіль: ТНТУ, 2020.- С. 270.

•Крамар О.І., Крамар Т.О., Скоренький Ю.Л., Рокіцький О.М. Цифровий музей наукової спадщини Івана Пулюя: можливості використання віртуальної та доповненої реальностей // Матеріали міжнародної наукової конференції “Іван Пулюй: життя в ім’я науки та України” (до 175-ліття від дня народження).- Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2020.- с. 43-44.