



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Implementation Industry 4.0 Paradigm in Education. Ukrainian Experience

“Boosting the role of HEIs in the industrial transformation towards the Industry 4.0 paradigm in Georgia and Ukraine”

609939-EPP-1-2019-1-BE-EPPKA2-CBHE-JP-HEIn4

Implementation results in Ukrainian HEIs

Oleksandr Zhdanos

Ukrainian state university of science and technologies

Porto, 09 October 2023

IMPLEMENTATION of the project The concept of methodology and content of educational programs in accordance with the paradigm "Industry 4.0"



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



Boosting the role of HEIs in the industrial transformation towards the Industry 4.0 paradigm
in Georgia and Ukraine
609939-EPP-1-2019-1-BE-EPPKA2-CBHE-JP

ОСНОВНІ АСПЕКТИ ІНДУСТРІЇ 4.0: ДОСВІД УКРАЇНСЬКИХ УНІВЕРСИТЕТІВ

Монографія

Проект фінансується за підтримки Європейської Комісії. Зміст публікації відображує точку зору авторів і Європейська Комісія не може бути відповідальною за будь-яке використання інформації, яка приведена в публікації.

Porto, 09 October 2023

Recommendation for updating engineering curriculum

1

2



Boosting the role of HEIs in the industrial transformation towards the Industry 4.0 paradigm
in Georgia and Ukraine
609939-EPP-1-2019-1-BE-EPPKA2-CBHE-JP

CONTENT

<i>Introduction</i>	3
<i>1. Designing a new curriculum framework</i>	5
<i>2. Guidelines on course syllabus in KTH, Royal Institute of Technology</i>	8
<i>3. Analysis of curricula for engineering specialties of the School of Engineering, Polytechnic Institute of Porto (ISEP)</i>	11
<i>4. Development of the recommendations for updating engineering curriculum based on KU LEUVEN methodology</i>	16
<i>General conclusions</i>	21

RECOMMENDATION FOR UPDATING ENGINEERING CURRICULUM

Creation of educational laboratories "Virtual Enterprise"

Industrial training laboratory Industry 4.0 (USUST)

<https://nmetau.edu.ua/ua/mdiv/i2025/p4704>

The goal

- to offer a realistic environment for testing the basic engineering principles of an Industry 4.0 environment
- create an educational platform for Industry 4.0 concepts
- popularize the concepts of Industry 4.0 among a wide audience
- cooperate with innovators in the field of Industry 4.0

Equipment

The main equipment

CNC laser cutting machine 6040 80 Wt EFR F-2

CNC milling machine Sokol 4060

3D scanner EinScan-Pro HD

3D scanner Anet

3D printer Flasty TG

Addition equipment: 4 stationary computers (UPI3 system unit, Samsung monitor, Logitech keyboard, Logitech mouse); 2 Lenovo IdeaPad 5 14ITL05 laptops; uninterruptible power source APC back-UPS 900W/1600VA; network router Mikrotik RB2011UiAS-2HnD-IN; multimedia projector Acer X1527i; wall bracket for projector CHARMOUNT CT-PRB-8M; cables

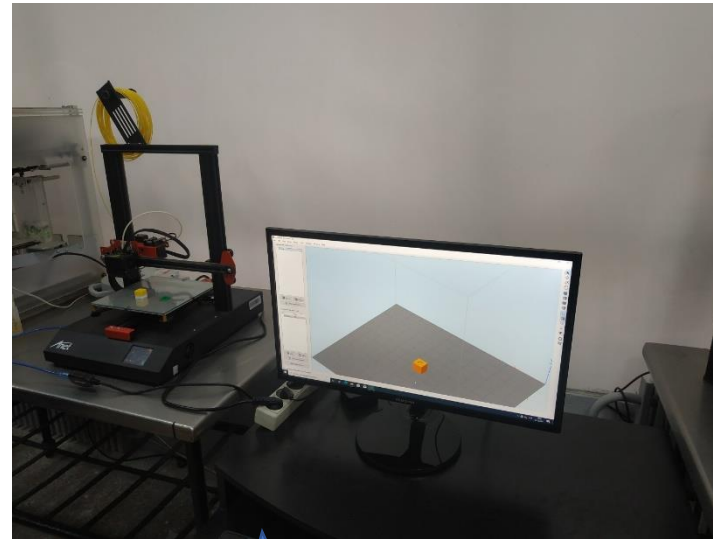
Porto, 09 October 2023

Creation of educational laboratories "Virtual Enterprise"

Industrial training laboratory Industry 4.0 (USUST)



CNC laser cutting
machine 6040 80 Wt
EFR F-2



3D printer Anet

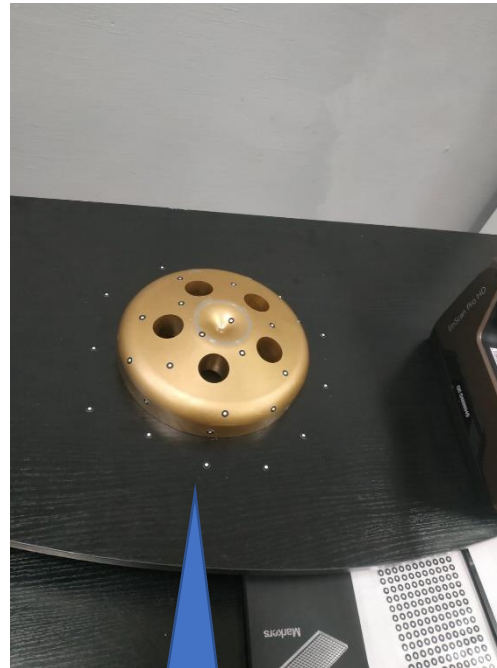


3D printer Flasty TG

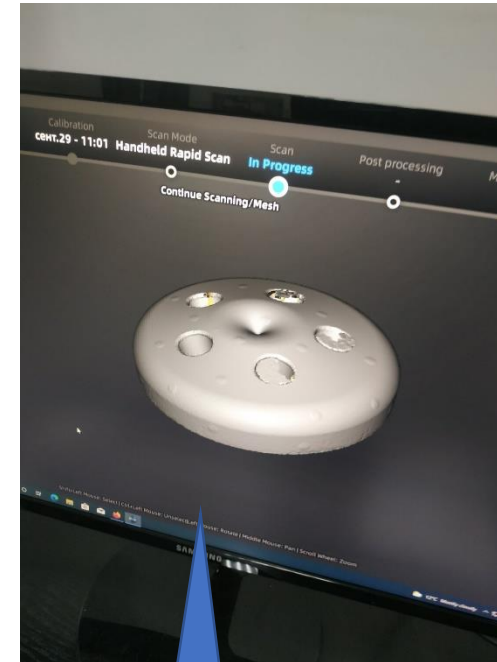
Porto, 09 October 2023



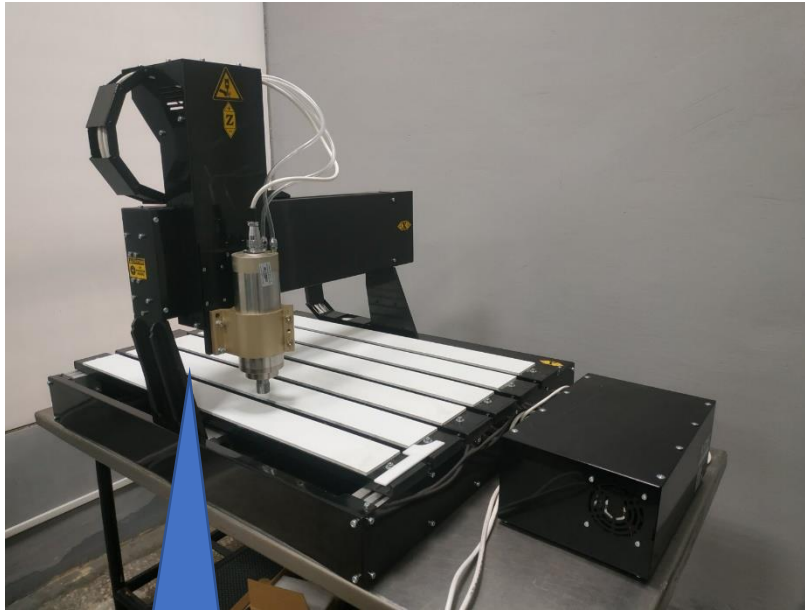
3D scanner EinScan-
Pro HD



Scanned complex
part



3D model produced



CNC milling machine
Sokol 4060







HEIn4.0

CBHE HEIn4 project
609939-EPP-1-2019-1-BE-EPPKA2-CBHE-JP

SUSTAINABILITY PLAN
OF THE “MANUFACTURING FACTORY LEARNING LAB INDUSTRY 4.0”
at
Ukrainian state university of science and technologies (USUST), Ukraine

Manufacturing factory learning lab Industry 4.0 is created in the frames of the EU funded Joint European Erasmus+ project “*Boosting the role of HEIs in the industrial transformation towards the Industry 4.0 paradigm in Georgia and Ukraine / HEIn4*” 609939-EPP-1-2019-1-BE-EPPKA2-CBHE-JP as a part of the USUST strategy to enhance our leadership in the Industry 4.0 education.

Objectives:

To deliver interdisciplinary research in the areas of Industry 4.0.

To facilitate adaptation of degree programs to modern scientific and technological challenges, the needs of the labor market and society.

2. Manufacturing factory learning lab Industry 4.0 work plan for the period from 01.01.2023 to 31.12.2024

No	Activity	Performance period	Responsible	Required resources
1	Dissemination of information on the areas of work of the Laboratory	01.01.2023 - 31.12.2024	Personnel involved in the work of the laboratory	Finances for organizational and informational materials
2	Conducting educational classes and trainings on Industry 4.0 for professors and teaching staff, graduate students, students	01.01.2023 - 31.12.2024	Personnel involved in the work of the laboratory	Finances for organizational and informational materials
3	Search for partners for cooperation among industrial companies enterprises, local communities, and foreign institutions	01.01.2023 - 31.12.2024	University administration, scientists, students, personnel involved in the work of the laboratory	Internet resources, databases of the Chamber of Commerce, and organization of employers of Ukraine
4	Conducting educational classes and training on Industry 4.0 for employees of enterprises	01.01.2023 - 31.12.2024	Personnel involved in the work of the laboratory	Finances for organizational and informational materials
5	Holding meetings with domestic and international partners to share experiences	01.01.2023 - 31.12.2024	University administration, scientists, students, personnel involved in the work of the laboratory, department of international	Internet resources, databases of USUST partners

Porto, 09 October 2023

Introduction of new academic disciplines for masters

The name of the discipline	Educational program	The number of students in 2021-2022	The number of students in 2022-2023	The number of students in 2022-2023
Industry 4.0 Integrated technologies in mechanical engineering (master)	133 – Branch machine-building EP – Machine-building technology	8	22	25
Industry 4.0 in Metallurgy (master)	136 – Metallurgy	-		
	EP – Electrometallurgy of steel and ferroalloys		23	26
	EP – Special metallurgy		5	13
	EP – Metallurgy of non-ferrous metals			13



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

HEIn4.0

Boosting the role of HEIs in the industrial transformation towards the Industry 4.0 paradigm
in Georgia and Ukraine
609939-EPP-1-2019-1-BE-EPPKA2-CBHE-JP

**SYLABUS
OF ACADEMIC DISCIPLINE
«INDUSTRY 4.0 IN METALLURGY»**

Name of discipline	Industry 4.0 in metallurgy
Specialty	136 – Metallurgy
Educational program	Electrometallurgy of steel and ferroalloys; Special metallurgy
High education level	Master's
Status of discipline	Selective educational discipline of the cycle of professional training
CP/ECTS	4 ECTS (120 academic hours)
Terms of study	II semester (IV half-semester)
Department	Electrometallurgy
Lecturer	Ph.D, Associated professor Oleksandr ZHADANOS E-mail: Alexzhad1980@gmail.com , room. 227
Study language	Ukrainian
Preliminary knowledge, Related study courses	To study the discipline, applicants must have basic knowledge of the latest technologies of electric steelmaking and ferroalloy production, mathematical modeling of electrometallurgical processes, and sustainable development of metallurgy. Thus, the study of this discipline should be preceded by the study of the following mandatory disciplines:

https://nmetau.edu.ua/file/silabus_udunt_in_dustriya_4.0_v_metalurgiyi_ukr_engl.pdf
and
https://nmetau.edu.ua/file/kelmet_6048.pdf

Porto, 09 October 2023

**СИЛАБУС
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

«ІНДУСТРІЯ 4.0 ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ В МАШИНОБУДУВАННІ»

Назва дисципліни <i>Study programme</i>	Індустрія 4.0 Інтегровані технології в машинобудуванні
Шифр та назва спеціальності	131 – Прикладна механіка
Назва освітньої програми	Технологія машинобудування
Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)
Статус дисципліни	Вибіркова навчальна дисципліна циклу загальної підготовки
Обсяг дисципліни CPECTS	4 KP / 4 ECTS (120 академічних годин)
Терміни виконання дисципліни	2 семестр (III чверть)
Назва кафедри, яка викладає дисципліну	Технологія машинобудування (ТМ)
Провідний викладач (лектор)	доцент, канд. техн. наук Абрамов Сергій Олександрович E-mail: abramovs706@gmail.com , кімн. М-717 ст. викладач Вишневецький Ігор Володимирович
Мова викладання	Українська
Передумови вивчення дисципліни <i>Preliminary knowledge, Related study courses</i>	Вивченню дисципліни має передувати вивчення дисциплін: - Теорія автоматичного керування; - Спеціальні та електрофізичні методи обробки поверхні; - Спеціальні верстати та мехатронні системи у машинобудуванні; - Інформаційно-вимірвальні та керуючі системи в машинобудуванні.
Мета навчальної дисципліни <i>Aim</i>	Засвоєння знань та придбання навичок, необхідних для проведення експериментальних досліджень, проектування інтегрованих технологій із застосуванням сучасних методів та устаткування, робото-технічних засобів та комплексів, розробки технологічних процесів машинобудівних виробництв, здатності до самостійної коректної постановки і розв'язання практичних завдань у сфері розробки інтегрованих технологій шляхом інженерних досліджень, проектування і впровадження у виробництво.
Компетентності, формування яких забезпечує навчальна дисципліна	ІК. Здатність розв'язувати складні завдання та проблеми в технології машинобудуванні, що передбачає використання набутих професійних знань, умінь і навичок, впровадження інноваційних форм роботи й проведення досліджень в сфері технології машинобудування.

	<p>наук.</p> <p>ФК4. Здатність до самостійної роботи і ефективного функціонування в якості керівника групи чи структурного підрозділу при виконанні виробничих завдань, комплексних проектів, наукових досліджень. Відповідальність за розвиток професійного знання і практик, оцінку стратегічного розвитку команди.</p> <p>ФКД4. Знати та вміти використовувати особливості та переваги спеціальних, електрофізичних і механокімічних методів обробки у професійній діяльності.</p>
Програмні результати навчання <i>knowledge, skills, competences</i>	<p>В результаті вивчення дисципліни студент повинен</p> <p>знати:</p> <ul style="list-style-type: none"> – основні терміни і поняття інтегрованих технологій в умовах Індустрії 4.0; – матеріали, що використовуються при адитивних технологіях; – фізичні основи пошарового отримання матеріалів адитивними технологіями; – процес формування поверхневого шару при 3D друці. <p>вміти:</p> <ul style="list-style-type: none"> – застосовувати сучасні експериментальні методи для оцінки якості матеріалів в лабораторних умовах та в умовах виробництва; використовувати знання й фактичні навички щодо експлуатації, обслуговування і контролю працездатності виробництва; – аргументувати свій вибір методів розв'язування спеціалізованих задач, критично оцінити отримані результати та захищати прийняті рішення; – застосовувати професійно-профільовані знання й практичні навички для розв'язання типових задач спеціальності; здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях; – аналізувати та порівнювати параметри різних вимірвальних приладів та обирати їх параметри згідно вимог технологічного процесу <p>Дисципліна забезпечує досягнення таких програмних результатів навчання:</p> <p>PH6. Володіти знаннями принципів побудови і функціонування систем автоматизації технологічних досліджень, проектно-конструкторських робіт, технологічної підготовки та інженерного аналізу в машинобудуванні;</p> <p>PH8. Уміти засобами методології, методів і методики розробки, поставити на виробництво новий вид продукції, зокрема на етапах виконання дослідно-конструкторських робіт та/або розробки технологічного забезпечення процесу її виготовлення;</p> <p>PH9. Уміти виконувати моделювання, статичний та динамічний аналіз конструкцій, механізмів, матеріалів та процесів на стадії проектування з використанням сучасних комп'ютерних систем;</p> <p>PH13. Володіти знаннями структури, функціонування, технічного та</p>

<https://nmetau.edu.ua/en/mdiv/i2025/p4129>

HEIn4.0

HEIn4.0

Boosting the role of HEIs in the industrial transformation towards the Industry 4.0 paradigm in Georgia and Ukraine
609939-EPP-1-2019-1-BE-EPPKA2-CBHE-JP

Ukrainian state university of sciences and technologies

Courses feedback

For disciplines:

- "Industry 4.0 in metallurgy" for the masters' educational programs "Electrometallurgy of steel and ferroalloys" and "Special Metallurgy";
- "Industry 4.0. Integrated Technologies in mechanical engineering" for the master's educational program "Industrial mechanical engineering"

Academic year 2022/23

Report prepared by Oleksandr Zhadanos



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

CONTENT

1. Basic principles of surveying for students and other stakeholders at the Ukrainian State University of Science and Technology. "Regulations on questionnaires (surveys) of stakeholders at USUST"	3
2. Questionnaire of students who studied the course "Industry 4.0 in metallurgy" for the master's educational programs "Electrometallurgy of steel and ferroalloys", "Special Metallurgy"	10
3. Questionnaire of students who studied the course "Industry 4.0. Integrated Technologies in mechanical engineering" of the master's educational program "Industrial mechanical engineering"	27

Porto, 09 October 2023

1. Basic principles of surveying for students and other stakeholders at the Ukrainian State University of Science and Technology. "Regulations on questionnaires (surveys) of stakeholders at USUST"

The main regulatory document that regulates student survey procedures at the Ukrainian State University of Science and Technologies is the "Regulations on Questionnaire (Survey) of Stakeholders of USUST", which was developed by the Educational and Scientific Center for Ensuring the Quality of Education, reviewed by the Council for the Quality of Educational Activities (October 24, 2022 protocol № 2), approved by the academic council of USUST (October 31, 2022, protocol № 2), kicked off by the rector's order (№ 76, November 7, 2022). The author of the report took an active part in the development of this provision. You can familiarize yourself with the provision itself at the link <https://ust.edu.ua/documents/files/uploads/polozhennya-pro-anketuvannya-udunt.pdf>.

1. GENERAL PROVISIONS

1.1 Regulations on questionnaires (surveys) of stakeholders of the Ukrainian State University of Science and Technologies (from now on referred to as the Regulations) determine the organizational and methodological principles of conducting questionnaires (surveys) of internal and external stakeholders of the Ukrainian State University of Science and Technologies (after this referred to as USUST) on matters of organization, quality, content, and methods of teaching, other aspects of the educational process and regulates the relevant activities of working and advisory bodies and structural divisions of USUNT.

1.2 Of the Law of Ukraine "On Education" (September 5, 2017, № 2145-VIII (as amended); Law of Ukraine "On Higher Education" (01.07.2014 № 1556-VII (as amended); Regulation "On the accreditation of educational programs for the training

educational program, approved by the National Agency for Quality Assurance of Higher Education (November 17, 2020), Standards of Higher Education; International Code of ICC/ESOMAR on the practice of conducting marketing and sociological research, studying public opinion and data analysis; the Code of Academic Integrity of USUST; Anti-corruption Program of USUST for 2022-2024; The Statute of the University, the internal normative legal acts of the University, including those on the organization of the educational process.

1.3 It was taken into account when developing the regulation the experience of the National Metallurgical Academy of Ukraine, the Dnipro National University of Railway Transport, and the Ukrainian National University of Science and Technologies the experience which was acquired during the implementation of the next Erasmus+ project: «Implementation of Education Quality Assurance system via cooperation of University-Business-Government in HEIs» (EDUQAS) 586109-EPP-1-2017-1-RO-EPPKA2-CBHE-SP and «Boosting the role of HEIs in the industrial transformation towards the Industry 4.0 paradigm in Georgia and Ukraine» (HEIn4) 609939-EPP-1-2019-1-BE-EPPKA2-CBHE-JP.

1.4 The procedure for conducting university-wide sociological research and surveys, including those related to the prevention of corruption, which may be initiated by the leadership and management bodies of USUST or third-party organizations cooperating with USUST, is determined by the Regulation on sociological studies and surveys at USUST.

1.5 Changes to the Regulations are made by order of the rector of USUST based on the decision of the USUST Academic Council, which is adopted at its meeting by a majority of votes through open voting.



5. Is there enough time (the number of ECTS credits) allocated to the educational program for the study of this discipline?

There is a lot of material and it takes more time to learn,

The material is too complex and requires more time to learn.

The amount of time allocated realistically reflects the learning load,

There is too much time allocated for studying the discipline, it can be reduced



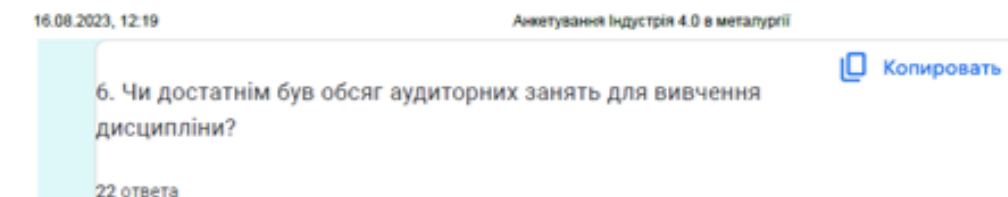
6. Was the volume of classroom classes sufficient for studying the discipline?

Yes,

More yes than not,

Rather no than yes,

No

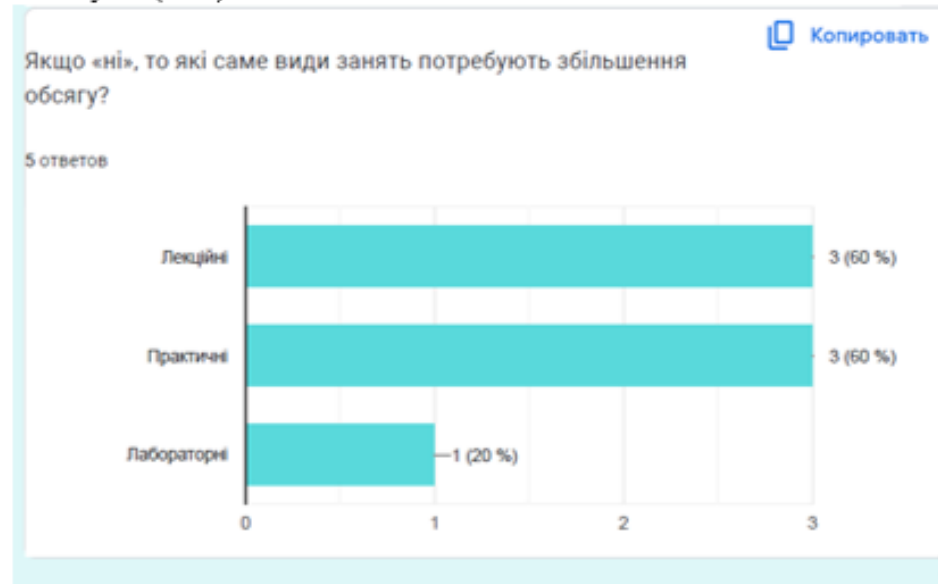


If "no", what types of classes need to be increased (3 responses)?

Lectures - 3 (60%)

Practical - 3 (60%)

Laboratory - 1 (20%)



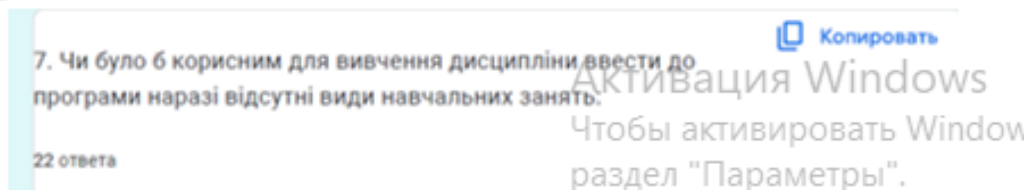
7. Would it be useful for the study of the discipline to introduce currently missing types of training classes to the curriculum?

Yes, lectures,

Yes, practical,

Yes, laboratory,

No



Conclusions:

- A survey of students of the master's educational programs "Electrometallurgy of steel and ferroalloys", and "Special Metallurgy" in the 22 people who studied the discipline Industry 4.0 in metallurgy showed the following:
- Students are satisfied with the organization of the educational process, teaching activities, and the organization of implementation of the teaching of the discipline, which includes: the training procedure, the schedule, educational and methodological support, the uniformity of the workload, and the organization of exams.
- According to the majority of respondents (86.4%), the course is of medium difficulty. The vast majority of students (95.5%) showed interest in the discipline.
- According to a significant number of respondents (50%), the practical component of the discipline needs to be strengthened by increasing the amount of practical work. Also, 13.6% of applicants consider it necessary to increase the amount of laboratory work, and 9.1% - lecture classes. Thus, there is a need to increase the number of classroom hours, first of all, by increasing the hours allocated to practical work.
- The material and technical support of this discipline needs further improvement.

Summarizing the best European practices



ВПРОВАДЖЕННЯ проекту

Підвищення кваліфікації промислового персоналу

Total number of trainings	Total number of representatives of industrial partners	Main industrial partners	Notes
4	42	Southern Machine-Building Plant, Ukrgrafit LLC, Zaporizhzhya Abrasive Plant, Dniprostal LLC, Dnipro Regional Vocational and Technical Education Center of the State Employment Service, Zaporizhzhya ferroalloy combine, Nikopol Ferroalloy combine	Included the future events November – December 2023 The project's industrial partner Festo is involved

Improving the qualifications of teachers and administrative staff

Total number of trainings	The number of teachers who have undergone advanced training	The number of representatives of the administrative staff who have undergone advanced training	Notes
4	30	6	The project's industrial partner Festo is involved Included the future events November – December 2023

Impact and sustainability of project results

1. An improved system of training students of higher education in the context of the Industry 4.0 paradigm.
2. Industry 4.0 educational laboratory was created.
3. On the basis of mastering the best European practices, the qualifications and awareness of employees regarding modern approaches to higher education in the context of the 4th industrial revolution have been improved, which will certainly contribute to the improvement of the quality of higher education.
4. Enhanced interaction with industrial partners, which creates prerequisites for more active processes of transformation of productions taking into account modern technologies.
5. The experience is shared among other higher education institutions in Ukraine.



Thank you for attention!!