



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

СИЛАБУС
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«ІНДУСТРІЯ 4.0 В МЕТАЛУРГІЇ»

Код та назва дисципліни	Індустрія 4.0 в металургії
Код та назва спеціальності	136 – Металургія
Назва освітньої програми	Електрометалургія сталі і феросплавів; Спеціальна металургія
Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)
Статус дисципліни	Вибіркова навчальна дисципліна циклу професійної (фахової) підготовки
Обсяг дисципліни СР/ECTS	4 КР / 4 ECTS (120 академічних годин)
Терміни вивчення дисципліни	II семестр (півсеместр IV)
Назва кафедри, яка викладає дисципліну	Електрометалургії ім. академіка М.І. Гасика (ЕМ)
Провідний викладач (лектор)	доцент, канд. техн. наук Жаданос Олександр Володимирович E-mail: Alexzhad1980@gmail.com , кімн. 227
Мова викладання	Українська
Передумови вивчення дисципліни	Для опанування дисципліни здобувачі повинні мати базові знання з новітніх технологій електросталеплавильного і феросплавного виробництва, математичного моделювання електрометалургійних процесів, сталого розвитку металургії. Таким чином, вивченню даної ОК має передувати вивчення наступних обов'язкових дисциплін: <ul style="list-style-type: none"> - Новітні технології феросплавного виробництва; - Новітні технології електросталеплавильного виробництва; - Моделювання технологічних процесів за фахом; - Сталий розвиток в промисловості.
Мета навчальної дисципліни	Набуття уявлень та знань щодо інноваційних технологій, які забезпечують трансформацію промисловості в контексті парадигми Індустрія 4.0 з метою розв'язання складних задач і проблем металургії в широких та мультидисциплінарних контекстах, використання сучасних інформаційних технологій для поліпшення кількісних і якісних показників електрометалургійних процесів.
Компетентності, формування яких забезпечує навчальна дисципліна	ІК. Здатність розв'язувати складні задачі і проблем металургії в широких та мультидисциплінарних контекстах, використовуючи сучасні інформаційні технології для поліпшення кількісних і якісних показників електрометалургійних процесів в контексті парадигми Індустрія 4.0. ЗК1. Здатність проводити дослідження на відповідному рівні. ЗК2. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних



**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**

	<p>джерел.</p> <p>СК1. Здатність розробляти та реалізовувати проекти в сфері металургії, а також дотичні до неї міждисциплінарні проекти.</p> <p>СК2. Здатність враховувати технічні, правові, соціальні, екологічні, етичні, економічні та комерційні аспекти інженерних та управлінських рішень в металургії.</p> <p>СК4. Здатність аналізувати і вдосконалювати технологічні процеси в металургії.</p> <p>СК9. Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми металургії в широких та мультидисциплінарних контекстах, у нових або незнайомих середовищах за наявності неповної або обмеженої інформації з урахуванням аспектів соціальної та етичної відповідальності.</p> <p>СКД1. Здатність поставити задачу математичного та фізичного моделювання технологічного об'єкту електрометалургійного і феросплавного виробництва на основі цифрових технологій Індустрія 4.0, розробити алгоритм її вирішення, виконати аналіз отриманих результатів, проводити аналіз показників процесів виплавки, позапічної обробки, розливки електросталей і феросплавів з метою забезпечення оптимальних технологічних режимів</p>
Очікувані результати навчання	<p>В результаті вивчення дисципліни студент повинен знати:</p> <ul style="list-style-type: none">– основні терміни і поняття парадигми Індустрія 4.0;– основні технології, притаманні Індустрії 4.0;– сучасні засоби автоматизації електрометалургійних процесів;– методи створення цифрових двійників; <p>вміти:</p> <ul style="list-style-type: none">– застосовувати інноваційні технології Індустрія 4.0 в електрометалургійних процесах;– застосовувати сучасні математичні методи, сучасні цифрові технології та спеціалізоване програмне забезпечення для розв'язання складних задач і проблем металургії– виконувати аналіз результатів, що отримані з застосуванням цифрових двійників для вдосконалення процесів виплавки, позапічної обробки, розливки електросталей і феросплавів з метою забезпечення оптимальних технологічних режимів <p>Дисципліна забезпечує досягнення таких результатів навчання:</p> <p>ОРН1. Розуміти сутність основних технологій, притаманних Індустрії 4.0.</p> <p>ОРН2. Застосовувати інноваційні технології Індустрія 4.0 в електрометалургійних процесах.</p> <p>ОРН3. Застосовувати сучасні математичні методи, сучасні цифрові технології та спеціалізоване програмне забезпечення для розв'язання складних задач і проблем металургії.</p> <p>ОРН4. Виконувати аналіз результатів, що отримані з застосуванням цифрових двійників для вдосконалення процесів виплавки, позапічної обробки, розливки електросталей і феросплавів з метою забезпечення оптимальних технологічних режимів.</p>



**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**

Види та обсяг навчальної діяльності в академічних годинах

Денна форма навчання

Види навчальної діяльності	Усього	Семестри			
		1		2	
		1.1	1.2	2.1	2.2
Усього годин за навчальним планом	120	-	-	-	-
у тому числі:					
Аудиторні заняття	32	-	-	-	32
– лекції	24	-	-	-	24
– лабораторні роботи	-	-	-	-	-
– практичні заняття	8	-	-	-	8
– семінарські заняття	-	-	-	-	-
Самостійна робота	88	-	-	-	88
– підготовка до аудиторних занять	16	-	-	-	16
– виконання та захист курсової роботи	-	-	-	-	-
– виконання та захист індивідуальних завдань	-	-	-	-	-
– підготовка та складання екзаменів	-	-	-	-	-
– підготовка до інших контрольних заходів	24	-	-	-	24
– опрацювання розділів, які не викладаються на лекціях	48	-	-	-	48
Форма семестрового контролю					Диф. залік

Заочна форма навчання

Види навчальної діяльності	Усього	Семестри	
		1	2
Усього годин за навчальним планом	120	-	120
у тому числі:			
Аудиторні заняття	16	-	16
– лекції	8	-	-
– лабораторні роботи	-	-	-
– практичні заняття	8	-	-
– семінарські заняття	-	-	-
Самостійна робота	104	-	104
– підготовка до аудиторних занять	8	-	8
– виконання та захист курсової роботи	-	-	-



**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**

Види навчальної діяльності	Усього	Семестри	
		1	2
– виконання та захист індивідуальних завдань	12	-	12
– опрацювання навчального матеріалу	60	-	60
– підготовка та складання екзаменів	-	-	-
– підготовка та складання інших контрольних заходів	24	-	20
Форма семестрового контролю			Диф. залік

Зміст навчальної дисципліни	Розділ 1. Основні технології Індустрії 4.0 Розділ 2. Сучасні засоби автоматизації електromеталургійних процесів Розділ 3. Цифрові двійники електromеталургійних об'єктів Розділ 4. Методи аналізу результатів, що отримані з застосуванням цифрових двійників електromеталургійних об'єктів
Заходи та критерії оцінювання	Оцінювання кожного розділу здійснюється за 12-бальною шкалою. Оцінювання розділів 1-4 здійснюється за результатами виконання письмової контрольної роботи. Необхідною умовою отримання позитивної оцінки з розділів 1, 2, 3 та 4 є відпрацювання та надання звіту з усіх практичних робіт відповідного розділу (та індивідуального завдання – для студентів заочної форми навчання). Оцінка за семестр, яка також є підсумковою оцінкою з дисципліни визначається як середнє арифметичне оцінок 1-4 розділів з округленням до найближчого цілого числа.
Політика викладання	Отримання незадовільної (нижчої за 4 бали) оцінки з певного розділу або її відсутність через неприсутність здобувача на контрольному заході не створює підстав для недопущення здобувача до наступного контрольного заходу. Здобувач не допускається до семестрового контролю за відсутності позитивної оцінки (не нижче 4 балів) хоча б з одного із розділів. Оскарження процедури та результатів оцінювання розділів та семестрового оцінювання з боку здобувачів освіти здійснюється у порядку, передбаченому «Положенням про організацію освітнього процесу в УДУНТ». Порушення академічної доброчесності з боку здобувачів освіти, які, зокрема, можуть полягати у користуванні сторонніми джерелами інформації на контрольних заходах, фальсифікації або фабрикації результатів досліджень, що виконувались на практичних заняттях, тягнуть відповідальність у вигляді повторного виконання сфальсифікованої роботи та повторного проходження процедури оцінювання із обмеженням максимальної оцінки.
Специфічні засоби навчання	Навчальний процес передбачає використання мультимедійного комплексу для проведення інтерактивних лекцій та практичних занять, комп'ютерних робочих місць для проведення практичних робіт, прикладного програмного забезпечення: MATLAB Simulink, MATLAB Stateflow, MATLAB PDE Toolbox, прикладного програмного забезпечення для підтримки дистанційного навчання: ZOOM, Google Class тощо.



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

<p>Навчально-методичне забезпечення Literature and other sources of information: compulsory reading recommended</p>	<p>Основна література:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Вища освіта назустріч четвертій промисловій революції: кейси з європейського та українського досвіду: Монографія під загальною редакцією В.І. Шатохи. Дніпро. Поліграфічна акцидентна фірма, 2023 - 68 с.2. Шатоха В.І., Жаданос О.В., Потап О.Ю., Чернова Н.С. Індустрія 4.0: європейські практики у вищій освіті та на виробництві: Монографія. Дніпро. Поліграфічна акцидентна фірма, 2023 - 89 с. <p>Допоміжна література:</p> <ol style="list-style-type: none">3. Лазарєв Ю. Ф. Моделювання динамічних систем у Matlab. Електронний навчальний посібник. – Київ: НТУУ "КПІ", 2011. – 421 с. Доступ - https://elprivod.nmu.org.ua/files/mathapps/mds_matlab.pdf4. Гераїмчук, М. Д. Моделювання систем у середовищі MATLAB-SIMULINK [Електронний ресурс]: комп'ютерний практикум / М. Д. Гераїмчук, Ю. Ф. Лазарєв, Т. О. Толочко ; НТУУ «КПІ». – Електронні текстові дані (1 файл: 3,57 Мбайт). – Київ : НТУУ «КПІ», 2006. – 175 с. Доступ - https://ela.kpi.ua/handle/123456789/303945. Development the automated information system of ladle-furnace process to predict the content of alloying elements in bearing steel / O.V. Zhadanos, I.V. Derevyanko, Y.S. Proydak, M.I. Gasik, O.I. Panchenko, A.S. Salnikov, O.V. Yakovitsky // Proceedings of the International conference on Information and Digital technologies IDT-2017, 5th to 7th July 2017 - Zilina, Slovakia, 2017 – pp. 476-483. Доступ - https://ieeexplore.ieee.org/document/8024335;6. Situational model of technological operations for secondary metallurgy / O Zhadanos, I Derevyanko, D Chaika, O Kukushkin // Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering 2018 Vol.89, nr 1 pp 27-34. Доступ - https://journalamme.org/api/files/view/575198.pdf7. Дерев'янюк І.В. Дослідження теплоенергетичних процесів виробництва карбіду кремнію в печі опору / І.В. Дерев'янюк, О.В. Жаданос // Теорія і практика металургії. – Дніпро: НМетАУ, 2021. – № 6 (131). – стр. 18-25. Доступ: http://nmetau.edu.ua/ua/mdiv/i2004/p45728. Жаданос О.В. Моделювання динаміки температури розплаву при позапічній обробці на установці піч-ківш / О.В. Жаданос, І.В. Дерев'янюк, А.Р. Ляшенко // Вісник Донбаської державної машинобудівної академії: збірник наукових праць. – Краматорськ : ДДМА, 2020. – № 1 (48). – стр. 27-32 (Фахова, ISSN 1993-8322). Доступ: http://www.dgma.donetsk.ua/science_public/ddma/Herald_1(48)_2020/article/6.pdf
---	---

Ухвалено на засіданні групи забезпечення якості освітньої програми «Електрометалургія сталі і феросплавів» (Протокол № __3__ від __.03_2023 р.).

Гарант освітньої програми, доц. _____

Володимир ГЛАДКИХ



**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: - The latest technologies in ferroalloy production; - The latest technologies in electric steelmaking production; - Modeling of technological processes by specialty; - Sustainable development in the industry.
The goal of the discipline	Acquiring ideas and knowledge about innovative technologies that ensure the transformation of industry in the context of the Industry 4.0 paradigm with the goal of solving complex tasks and problems of metallurgy in broad and multidisciplinary contexts, using modern information technologies to improve the quantitative and qualitative indicators of electrometallurgical processes.
Competences	Integral competence. Be able to solve complex tasks and problems of metallurgy in broad and multidisciplinary contexts, using modern information technologies to improve the quantitative and qualitative indicators of electrometallurgical processes in the context of the Industry 4.0 paradigm. <ul style="list-style-type: none"> • General competence GC1. Be able to conduct research at an appropriate level. • General competence GC2. Be able to search, process and analyze information from various sources.



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

	<ul style="list-style-type: none"> • Professional competence PC1. Be able to develop and implement projects in the field of metallurgy, as well as related interdisciplinary projects. • Professional competence PC2. Be able to consider technical, legal, social, environmental, ethical, economic, and commercial aspects of engineering and management decisions in metallurgy. • Professional competence PC4. Be able to analyze and improve technological processes in metallurgy. • Professional competence PC9. Be able to solve complex tasks and problems of metallurgy in broad and multidisciplinary contexts, in new or unfamiliar environments in the presence of incomplete or limited information, taking into account aspects of social and ethical responsibility. • Professional competence additional PCA1. Be able to set the problem of mathematical and physical modeling of a technological object of electrometallurgical and ferroalloy production based on Industry 4.0 digital technologies, develop an algorithm for its solution, perform an analysis of the obtained results, conduct an analysis of indicators of the processes of smelting, out-of-furnace processing, the casting of electrical steels and ferroalloys in order to ensure optimal technological modes
<p>Expected learning outcomes, knowledge, skills</p>	<p>В результаті вивчення дисципліни студент повинен знати:</p> <ul style="list-style-type: none"> – основні терміни і поняття парадигми Індустрія 4.0; – основні технології, притаманні Індустрії 4.0; – сучасні засоби автоматизації електрометалургійних процесів; – методи створення цифрових двійників; <p>вміти:</p> <ul style="list-style-type: none"> – застосовувати інноваційні технології Індустрія 4.0 в електрометалургійних процесах; – застосовувати сучасні математичні методи, сучасні цифрові технології та спеціалізоване програмне забезпечення для розв’язання складних задач і проблем металургії – виконувати аналіз результатів, що отримані з застосуванням цифрових двійників для вдосконалення процесів виплавки, позапічної обробки, розливки електросталей і феросплавів з метою забезпечення оптимальних технологічних режимів <p>As a result of studying the discipline, the student should know:</p> <ul style="list-style-type: none"> • basic terms and concepts of the Industry 4.0 paradigm; • the main technologies inherent in Industry 4.0; • modern means of automation of electrometallurgical processes; • methods of creating digital twins. <p>be able:</p> <ul style="list-style-type: none"> • to apply innovative Industry 4.0 technologies in electrometallurgical processes; • to apply modern mathematical methods, modern digital technologies, and specialized software to solve complex tasks and problems of metallurgy • to perform analysis of the results obtained with the use of digital duplicates to improve the processes of smelting, out-of-furnace processing, and casting of



**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**

	<p>electrical steels and ferroalloys in order to ensure optimal technological modes</p> <p>The discipline ensures the achievement of the following learning outcomes:</p> <p>Expected learning outcome ELO1. Understand the essence of the main technologies inherent in Industry 4.0.</p> <p>Expected learning outcome ELO2. Apply innovative Industry 4.0 technologies in electrometallurgical processes.</p> <p>Expected learning outcome ELO3. Apply modern mathematical methods, modern digital technologies, and specialized software to solve complex problems and problems of metallurgy.</p> <p>Expected learning outcome ELO4. To analyze the results obtained using digital duplicates to improve the processes of smelting, out-of-furnace processing, and casting of steels and ferroalloys in order to ensure optimal technological modes.</p>
--	--

Types and volume of educational activities in academic hours

Full-time education

Types of educational activity	Total	Semesters			
		1		2	
		1.1	1.2	2.1	2.2
Total hours according to the curriculum	120	-	-	-	-
including:					
Lecture classes	32	-	-	-	32
– lectures	24	-	-	-	24
– laboratory work	-	-	-	-	-
– practical training	8	-	-	-	8
– seminar classes	-	-	-	-	-
Independent work	88	-	-	-	88
– preparation for classes	16	-	-	-	16
– performance and defense of course work	-	-	-	-	-
– preparation and defense of individual tasks	-	-	-	-	-
– preparation and passing of exams	-	-	-	-	-
– preparation for the control measures	24	-	-	-	24
– study of sections that are not taught in lectures	48	-	-	-	48
Semester control form					Test

External form of education

Types of educational activity	Total	Semesters	
		1	2
Total hours according to the curriculum	120	-	120
including:	16	-	16



**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**

Types of educational activity	Total	Semesters	
		1	2
Lecture classes			
– lectures	8	-	-
– laboratory work	-	-	-
– practical training	8	-	-
– seminar classes	-	-	-
Самостійна робота	104	-	104
– preparation for classes	8	-	8
– performance and defense of course work	-	-	-
– preparation and defense of individual tasks	12	-	12
– work with educational materials	60	-	60
– preparation and passing of exams	-	-	-
– preparation for the control measures	24	-	20
Semester control form			Test

Content of the academic discipline	Chapter 1. Basic technologies of Industry 4.0 Chapter 2. Modern means of automation of electrometallurgical processes Chapter 3. Digital twins of electrometallurgical objects Chapter 4. Methods of analysis of the results obtained using digital twins of electrometallurgical objects
Evaluation measures and criteria	Evaluation of each section is carried out on a 12-point scale. Assessment of sections 1-4 is carried out based on the results of the written test. A necessary condition for receiving a positive grade from sections 1, 2, 3, and 4 is to complete and submit a report on all practical work of the corresponding section (and an individual task - for correspondence students). The grade for the semester, which is also the final grade for the discipline, is defined as the arithmetic average of grades 1-4 of sections rounded to the nearest whole number.
Teaching policy	Receiving an unsatisfactory (lower than 4 points) grade from a certain section or its absence due to the applicant's absence at the control event does not create grounds for barring the applicant from the next control event. The applicant is not admitted to the semester control in the absence of a positive assessment (at least 4 points) from at least one of the sections. The appeal of the procedure and results of section evaluation and semester evaluation by students is carried out in accordance with the procedure provided for in the "Regulations on the Organization of the Educational Process at USUST". The breaking of academic integrity on the part of students, which, in particular, may consist in using third-party sources of information in control measures, falsification or fabrication of research results performed in practical classes, entail responsibility in the form of repeated performance of falsified work and repeated passing of the evaluation procedure with a restriction maximum score.
Specific teaching aids	The educational process involves the use of a multimedia complex for conducting interactive lectures and practical classes, computer workstations for conducting practical work, application software: MATLAB Simulink, MATLAB Stateflow,



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

	MATLAB PDE Toolbox, application software to support distance learning: ZOOM, Google Class, etc.
Literature and other sources of information:	<p>The main literature (compulsory reading):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Вища освіта назустріч четвертій промисловій революції: кейси з європейського та українського досвіду: Монографія під загальною редакцією В.І. Шатохи. Дніпро. Поліграфічна акцидентна фірма, 2023 - 68 с. 2. Шатоха В.І., Жаданос О.В., Потап О.Ю., Чернова Н.С. Індустрія 4.0: європейські практики у вищій освіті та на виробництві: Монографія. Дніпро. Поліграфічна акцидентна фірма, 2023 - 89 с. <p>Recommended literature:</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. Лазарев Ю. Ф. Моделювання динамічних систем у Matlab. Електронний навчальний посібник. – Київ: НТУУ "КПІ", 2011. – 421 с. Доступ - https://elprivod.nmu.org.ua/files/mathapps/mds_matlab.pdf 4. Гераїмчук, М. Д. Моделювання систем у середовищі MATLAB-SIMULINK [Електронний ресурс]: комп'ютерний практикум / М. Д. Гераїмчук, Ю. Ф. Лазарев, Т. О. Толочко ; НТУУ «КПІ». – Електронні текстові дані (1 файл: 3,57 Мбайт). – Київ : НТУУ «КПІ», 2006. – 175 с. Доступ - https://ela.kpi.ua/handle/123456789/30394 5. Development the automated information system of ladle-furnace process to predict the content of alloying elements in bearing steel / O.V. Zhadanos, I.V. Derevyanko, Y.S. Proydak, M.I. Gasik, O.I. Panchenko, A.S. Salnikov, O.V. Yakovitsky // Proceedings of the International conference on Information and Digital technologies IDT-2017, 5th to 7th July 2017 - Zilina, Slovakia, 2017 – pp. 476-483. Доступ - https://ieeexplore.ieee.org/document/8024335; 6. Situational model of technological operations for secondary metallurgy / O Zhadanos, I Derevyanko, D Chaika, O Kukushkin // Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering 2018 Vol.89, nr 1 pp 27-34. Доступ - https://journalamme.org/api/files/view/575198.pdf 7. Дерев'янку І.В. Дослідження теплоенергетичних процесів виробництва карбіду кремнію в печі опору / І.В. Дерев'янку, О.В. Жаданос // Теорія і практика металургії. – Дніпро: НМетАУ, 2021. – № 6 (131). – стр. 18-25. Доступ: http://nmetau.edu.ua/ua/mdiv/i2004/p4572 8. Жаданос О.В. Моделювання динаміки температури розплаву при позапічній обробці на установці піч-ківш / О.В. Жаданос, І.В. Дерев'янку, А.Р. Ляшенко // Вісник Донбаської державної машинобудівної академії: збірник наукових праць. – Краматорськ : ДДМА, 2020. – № 1 (48). – стр. 27-32 (Фахова, ISSN 1993-8322). Доступ: http://www.dgma.donetsk.ua/science_public/ddma/Herald_1(48)_2020/article/6.pdf

Ухвалено на засіданні групи забезпечення якості освітньої програми «Електрометалургія сталі і феросплавів» (Протокол № __3__ від __.03_2023 р.).

Гарант освітньої програми, доц. _____

Володимир ГЛАДКИХ