



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**

**Deliverable of 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**

**Produced under Activity 2.1**

**HEI: *Ukrainian state university of sciences and technologies***

## **SHORT COURSES FOR INDUSTRIES**

### **"Integration of Industry 4.0 to Manufacturing Operations"**

European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents, which reflect the views only of the authors, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein



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

**СТИСЛИЙ ОПИС**  
**КУРСУ ДЛЯ ПРЕДСТАВНИКІВ М ПІДПРИЄМСТВ МАШИНОБУДІВНОГО**  
**КОМПЛЕКСУ**  
**«ІНДУСТРІЯ 4.0 ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ В МАШИНОБУДУВАННІ»**

Назва курсу	Індустрія 4.0 Інтегровані технології в машинобудуванні
Цільова група	Представники підприємств машинобудівного комплексу
Тривалість курсу	24 години активного навчання (лекції, практичні заняття)
Викладачі	професор, докт. техн. наук Анісімов Володимир Миколайович E-mail: <a href="mailto:vn7anisimov@ukr.net">vn7anisimov@ukr.net</a> , доцент, канд. техн. наук Негруб Світлана Леонідівна E-mail: <a href="mailto:negrubsvetlana1978@gmail.com">negrubsvetlana1978@gmail.com</a>
Мова викладання	Українська
Мета курсу	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.
Компетентність, формування яких забезпечує курс	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.
Очікувані результати навчання	В результаті вивчення дисципліни слухач повинен <b>знати:</b> – основні терміни і поняття інтегрованих технологій; – матеріали, що використовуються при адитивних технологіях; – фізичні основи пошарового отримання матеріалів адитивними технологіями; – процес формування поверхневого шару при 3D друці; <b>вміти:</b> – 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 вимірювальних приладів та



**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>обирати їх параметри згідно вимог технологічного процесу</p> <p>Курс забезпечує досягнення таких результатів навчання:</p> <p>Володіння знаннями принципів побудови і функціонування систем автоматизації технологічних досліджень, проектно-конструкторських робіт, технологічної підготовки та інженерного аналізу в машинобудуванні;</p> <p>Вміння поставити на виробництво новий вид продукції, зокрема на етапах виконання дослідно-конструкторських робіт та/або розробки технологічного забезпечення процесу її виготовлення;</p> <p>Уміти виконувати моделювання, статичний та динамічний аналізи конструкцій, механізмів, матеріалів та процесів на стадії проектування з використанням сучасних комп'ютерних систем;</p> <p>Володіти знаннями структури, функціонування, технічного та програмного забезпечення інформаційно-вимірвальних комп'ютеризованих систем в машинобудівному виробництві зокрема під час фінішної обробки матеріалів-</p>
Зміст курсу	<p>Лекція 1. Основні терміни і поняття інтегрованих технологій</p> <p>Лекція 2. Функціональна організація обладнання лабораторії «Віртуальне машинобудівне підприємство» в залежності від розмірів та маси деталей.</p> <p>Лекція 3. Практичні аспекти створення схем експериментальних робото технічних комплексів із обладнання лабораторії «Віртуальне машинобудівне підприємство» для заданих деталей.</p> <p>Практична робота 1. Процес формування поверхневого шару при 3D друці</p> <p>Лекція 4. Виробничо-технологічні й розмірні зв'язки в процесі створення інтегрованої технології в машинобудуванні.</p>
Специфічні засоби навчання	<p>Навчальний процес передбачає використання мультимедійного комплексу, прикладного програмного забезпечення: Power INSPECT. Сучасних пакетів автоматизованого проектування: AutoCAD, CAD/CAM систем: T-FLEX, Компас, SolidWorks, Siemens NX, Delcam, Mastercam та сучасних мов програмування. Лабораторне обладнання: 3D принтери, 3D сканер, верстат з ЧПК, лазерний гравер.</p>
Навчально-методичне забезпечення	<p><u>Основна література:</u></p> <p>1. Интегрированные процессы обработки материалов резанием: учебник для высш. учебн. заведений / А.И. Грабченко, В.А. Залого, Ю.Н. Внуков и др.; под общ. ред. А.И. Грабченко и В.А. Залого. Сумы: Университетская книга, 2017. 451 с.</p> <p>2. Робочі процеси високих технологій у машинобудуванні: Підручник / А.І. Грабченко, М.В. Верезуб, Ю.М. Внуков, П.П. Мельничук, Г.М. Виговський / за ред. А.І. Грабченка. Житомир: ЖДТУ, 2011. 507 с.</p> <p>3. Интегрированные генеративные технологии : учеб. пособие [для студ. выс. учеб. заведений] / А.И. Грабченко, Ю.Н. Внуков, В.Л. Доброскок, Л.И. Пупань, В.А. Фадеев; под ред. А.И. Грабченко. — Харьков: НТУ «ХПИ»,</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**

2011.  
— 416 с.

Додаткова література:

1. Робочі процеси високих технологій в машинобудуванні: Підручник / Грабченко А.І., Везуб М.В., Внуков Ю.М., Мельничук П.П., Виговський Г.М.  
/ За ред. А.І. Грабченка. - Житомир: ЖДТУ, 2003. - 451 с.
2. Интегрированные технологии ускоренного прототипирования и изготовления: 2-е изд., перераб. и доп. / Товажнянский Л.Л., Грабченко А.И., Чернышов С.И., Везуб Н.В., Витязев Ю.Б., Доброскок В.Л., Кнут Х., Лиерат Ф. / Под. ред. Товажнянского Л.Л., Грабченко А.И. - Х.: ОАО "Модель Вселенной", 2005. - 224 с.
3. Введение в нанотехнологии: текст лекций для студентов инженерных специальностей дневной и заочной форм обучения / А.И. Грабченко, Л.И. Пупань, Л.Л. ТОВАЖНЯНСКИЙ. Харьков: НТУ «ХПИ», 2012. 272 с.
4. Грабченко А.И., Доброскок В.Л., Федорович В.А. 3D моделирование алмазно-абразивных инструментов и процессов шлифования: Учебн. пособие. — Харьков: НТУ «ХПИ», 2006. — 364 с.
5. Fishman George S. Monte-Carlo: Concepts, algorithms and applications. — New-York: Springer-Verlag, 1999. — 722 p.
6. Montgomery D.C., Runger G.C. Applied statistics and probability for engineers / Douglas C. Montgomery, George C. Runger. — New York: John Wiley & Sons, 2003. — 706 p.
7. Лазерные аддитивные технологии в машиностроении: учебное пособие / под ред. А.Г. Григорьянца. М: изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2018. 278 с.
8. Рабочие процессы высоких технологий в машиностроении: Уч. пособие / Под. ред. А.И. Грабченко. - Харьков: ХГПУ, 1999. - 436 с.

ПРОГРАМУ СКЛАЛИ

**ВОЛОДИМИР АНІСІМОВ**

**СВІТЛАНА НЕГРУБ**



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

**THE SHORT DESCRIPTION  
OF THE COURSE FOR REPRESENTETIVES OF MACHINE BUILDING ENTERPRISES  
«INTEGRATION OF INDUSTRY 4.0 TO MANUFACTURING OPERATIONS»**

Name of course	Integration of Industry 4.0 to Manufacturing Operations
The target group	Representatives of machine building enterprises
Course duration	24 hours of active learning (lectures and practical classes)
Lecturers	Doctor of sciences, professor Volodymyr ANISIMOV E-mail: E-mail: <a href="mailto:vn7anisimov@ukr.net">vn7anisimov@ukr.net</a> , Ph.D, Associated professor Svitlana NEGRUB E-mail: <a href="mailto:negrubsvetlana1978@gmail.com">negrubsvetlana1978@gmail.com</a>
Study language	Ukrainian
The goal of the course	Acquisition of knowledge and skills required for: <ul style="list-style-type: none"> <li>- experimental research;</li> <li>- technology design integrated with modern methods and equipment, robot hardware and systems;</li> <li>- process design for engineering industries;</li> </ul> the ability to formulate and solve of practical problems in the field of development of integrated technologies through engineering research, design and implementation in production.
Competences	Identify and solve complex problems in mechanical engineering technology, which involves the use of acquired professional knowledge, skills and abilities, introduce innovative forms of work and research in the field of mechanical engineering technology. <p><b>know:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ basic terms and concepts of integrated technologies;</li> <li>✓ materials used in additive technologies;</li> <li>✓ physical bases of layer-by-layer production of materials by additive technologies;</li> <li>✓ the process of forming the surface layer in 3D printing;</li> </ul> <p><b>be able to:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ apply modern experimental methods to assess quality of materials in lab and in industrial conditions; use knowledge and skills for operating, maintenance and production control;</li> <li>✓ argue the choice of methods for solving specific problems, critically evaluate the results obtained and defend the decisions made;</li> <li>✓ apply professional knowledge and skills to solve typical industrial problems in practical situations;</li> <li>✓ analyze and compare the parameters of different measuring instruments and according to the requirements of the technological process</li> </ul>
Content of the course	Lecture 1. Basic terms and concepts of integrated technologies Lecture 2. Functional organization of equipment of the "Manufacturing Factory Learning Lab" Lecture 3. Practical aspects of creating schemes of experimental robotic



**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>technological complexes within the framework of Industry 4.0, based on the "Manufacturing Factory Learning Lab" for the specific machine parts. Practical class 1. The process of forming the surface layer in 3D printing Lecture 4. Technological and dimensional aspects in machinery manufacturing related to the process of creating integrated technology in the context of Industry 4.0</p>
Specific teaching aids	<p>Process involves the use of a multimedia system, application software: Power INSPECT. Modern computer-aided design packages: AutoCAD, CAD / CAM systems: T-FLEX, Compass, SolidWorks, Siemens NX, Delcam, Mastercam and modern programming languages. Laboratory equipment: 3D printers, 3D scanner, CNC machine, laser engraver.</p>
Literature and other sources of information:	<p><u>Ukrainian</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Integrated processes of material processing by cutting: a textbook for higher education/ A.I Grabchenko, V.A Zaloga, Yu.N. Vnukov; ed. A.I. Grabchenko and V.A Zaloga. Sumy: University Book, 2017. 451 p.</li> <li>2. Workflows of high technologies in mechanical engineering: Textbook / A.I Grabchenko, M.V Verezub, Y.M. Vnukov, P.P. Melnichuk, G.M. Vygovsky/ ed. A.I. Grabchenko. Zhytomyr: ZhSTU, 2018. 507 p.</li> <li>3. Integrated generative technologies: textbook. / A.I. Grabchenko, Y.N. Vnukov, V.L. Dobroskok, L.I. Pupan, V.A. Fadeev; ed. A.I. Grabchenko. - Kharkiv: NTU "KhPI", 2019. - 416 p.</li> <li>4. Working processes of high technologies in mechanical engineering: Textbook / Grabchenko A.I, Verezub M.V, Vnukov Y.M, Melnichuk P.P, Vygovsky GM / Ed. A.I. Grabchenko. - Zhytomyr: ZhDTU, 2013. - 451 p.</li> <li>5. Integrated technologies of accelerated prototyping and manufacturing/ Tovazhnyansky L.L, Grabchenko A.I, Chernyshov S.I, Verezub N.V, Vityazev Y.B, Dobroskok V.L, Knut H., Lierat F. / Ed. Tovazhnyansky L.L, Grabchenko A.I - Kharkiv: OAO Model Universe, 2015. - 224 p.</li> <li>6. Introduction to nanotechnology: the lectures for engineering students / A.I Grabchenko, L.I Pupan, L.L. Tovazhnyansky. Kharkiv: NTU "KhPI", 2012. 272 p.</li> <li>7. Grabchenko A.I, Dobroskok V.L, Fedorovich V.A 3D modeling of diamond-abrasive tools and grinding processes: Textbook. - Kharkiv: NTU "KhPI", 2006. - 364 p.</li> </ol> <p><u>English</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>8. H. Abdel-Aal, Additive Manufacturing of Metals: Fundamentals and Testing of 3D and 4D Printing, McGraw Hill, 2021, 496 p.</li> <li>9. New Industry 4.0 Advances in Industrial IoT and Visual Computing for Manufacturing Processes, L. N. L. de Lacalle, J. Posada, MDPI, 2020, 428 p.</li> <li>10. D. Galar, P. Daponte, U.Kumar, Handbook of Industry 4.0 and SMART Systems, CRC Press, 2019, 386 p.</li> </ol>

THE PROGRAM WAS MADE BY

**VOLODYMYR ANISIMOV**  
and  
**SVITLANA NEGRUB**