

ДОБРОТВОРСЬКИЙ С.С., БАСОВА Є.В

ШЛЯХИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ МАЛИХ ТА СЕРЕДНІХ МАШИНОБУДІВНИХ ПІДПРИЄМСТВ УКРАЇНИ В УМОВАХ ЄВРОПЕЙСЬКОЇ ІНТЕГРАЦІЇ

В роботі розглянуті питання сучасного напрямку сталого розвитку конкурентоспроможної машинобудівної галузі Європи та можливості трансформації досвіду розвинених країн Європи в стратегію розвитку малих та середніх машинобудівних підприємств України. Зазначено, що саме МСП є підґрунтям розвитку економіки ЄС та наведене обґрунтування цього факту. Підкреслено, що саме машинобудівна галузь є найбільшою галуззю економіки ЄС за кількістю підприємств, зайнятістю, виробництвом та створенням доданої вартості. Зроблене припущення, що саме розвиток МСП машинобудівної галузі України стане значним вкладом в пришвидшену відбудову соціального та економічного добробуту українського суспільства у період відбудови країни. Наведено порівняльний аналіз чисельної кількості машинобудівних підприємств різної величини як в розвинених країнах Європи, так і України. Підкреслена необхідність у розвитку та впровадженні в машинобудівне виробництво України цифрових сервісів, відповідно концепції Індустрії 4.0, на всіх етапах життєвого циклу продукту для забезпечення гнучкості та конкурентоспроможності МСП. Проаналізовані бар'єри впровадження концепції 4.0 для сталого розвитку малого та середнього бізнесу в світі, та виділені окремі бар'єри, які на сьогоднішній день є загрозою для розвитку МПС України в цілому. Зазначено, що однією із найбільших проблем світового розвитку МСП в цілому є проблема підготовки (перепідготовки) кваліфікаційних кадрів нового покоління. Зроблено висновок, що для розвитку конкурентоспроможних МСП України в умовах її інтеграції в ЄС необхідно приділити увагу підготовці висококваліфікованих технічних кадрів здатних з однієї сторони виконувати роль системних інтеграторів та імплеметаторів задач Індустрії 4.0, а з іншої – вміти вирішувати супутні проблеми технології машинобудування від ідеї до виготовлення продукту із використанням цифрових сервісів на базі єдиного цифрового ядра. Наукова цінність роботи полягає в обґрунтуванні шляхів забезпечення конкурентоспроможності МСП заснованих на засадах симбіозу освіти, науки та виробництва на базі єдиного цифрового ядра.

Ключові слова: МСП, сталий розвиток, цифровізація, інновації, освіта, Індустрія 4.0.

DOBROTVORSKIY S., BASOVA Ye., WAYS OF ENSURING THE COMPETITIVENESS OF SMALL AND MEDIUM-SIZED MACHINE-BUILDING ENTERPRISES OF UKRAINE IN THE EUROPEAN INTEGRATION CONTEXT

The issues of the modern direction of sustainable development of the competitive machine-building industry in Europe and the possibility of transforming the experience of developed European countries into a strategy for the development of small and medium-sized machine-building enterprises in Ukraine are considered. It was noted that it is SMEs that are the basis for the development of the EU economy, and the rationale for this fact was given. It was emphasized that the engineering industry is the largest sector of the EU economy in terms of the number of enterprises, employment of workers, production and value added. It is assumed that it is the development of SMEs in the machine-building industry of Ukraine that will become a significant contribution to the accelerated restoration of the social and economic well-being of Ukrainian society during the period of the country's recovery. A comparative analysis of the numerical number of machine-building enterprises of various sizes is given both in the developed countries of Europe and in Ukraine. The need for the development and implementation of digital services in the machine-building industry of Ukraine, in accordance with the concept of Industry 4.0, was emphasized at all stages of the product life cycle to ensure the flexibility and competitiveness of SMEs. The barriers to the implementation of the 4.0 concept for the sustainable development of small and medium-sized businesses in the world are analyzed, and individual barriers are identified that today pose a threat to the development of the Ministry of Railways of Ukraine as a whole. It is noted that one of the biggest problems in the world development of the Ministry of Railways as a whole is the problem of training (retraining) a new generation of qualified personnel. It is concluded that in order to develop competitive SMEs in Ukraine in the context of its integration into the EU, it is necessary to pay attention to the training of highly qualified technical personnel who, on the one hand, can play the role of system integrators and implementers of Industry 4.0 tasks, and, on the other hand, be able to solve the associated problems of mechanical engineering technology from idea to product manufacturing using digital services based on a single digital core. The scientific value of the work lies in the substantiation of ways to ensure the competitiveness of SMEs based on the foundations of the symbiosis of education, science and manufacture on the basis of a single digital core.

Keywords: SMEs, sustainable development, digitalization, innovation, education, Industry 4.0.

Вступ. Серед пріоритетних напрямків діяльності урядів великого числа розвинених країн Європи є розвиток малих та середніх підприємств (МСП), що складають $\approx 99\%$ всіх підприємств в Європейському Союзі (ЄС) (рис.1). МСП є основою для створення робочих місць, розвитку сталої економіки регіону/країни та соціальної стабільності суспільства в цілому. Варто відзначити, що для ЄС в цілому середній вклад МСП у економіку складає біля 56% [1]. Саме МСП стали рушійною силою у розвитку та зростанні економіки країн ЄС, що пояснюється їх гнучкістю до зовнішніх обставин та швидкозмінного попиту на товар, варіативністю до кризових факторів та здатністю лавіювати в умовах росту конкурентоспроможності та швидко приймати рішення у відповідь на потреби клієнта [2]. Відповідно до оцінки кількості малих та середніх підприємств у ЄС у 2022 р, то у чисельному показнику це становило 23,1 млн сумарно за переліком галузей економіки, що розвиваються (рис.2), це у свою чергу дало можливість забезпечити більше 90 млн. робочих місць. Однак слід зазначити, що реалізовувати потенціал МСП можливо лише за наявності джерела довгострокового фінансування, отримати яке можна за рахунок розвитку інноваційної складової виробництва [3].

Для розвитку післявоєнної економіки окремих регіонів та України в цілому на шляху інтеграції країни до ЄС саме розвиток та підтримка малих та середніх машинобудівних підприємств стане значним вкладом в пришвидшену відбудову соціального та економічного добробуту українського суспільства. Таким чином постає необхідність у аналізі, переоцінці та впровадженні результатів досвіду розвинених країн Європи в розвиток та зазначення місця МСП у економіці нашої країни. Так, стратегія, що прийнята у 2008 р для Європи вже визначила вектор підтримки потреб МСП [5], а з 2010 року в Європі запровадили інструменти стимулювання розвитку МСП в умовах глобалізації [6-8] з метою реіндустріалізації економіки для її конкурентоспроможності та стійкості [9] та з метою розвитку і впровадження інформаційних та цифрових технологій в роботі МСП [10-16]. Розвиток конкурентоспроможних МСП в Україні стає

можливим із запровадженням цифровізації підтримки життєвого циклу продукту, впровадження цифрових інновацій, що у свою чергу потребує формування високотехнологічної виробничої та посилення інтелектуальної складової у факторах виробництва.

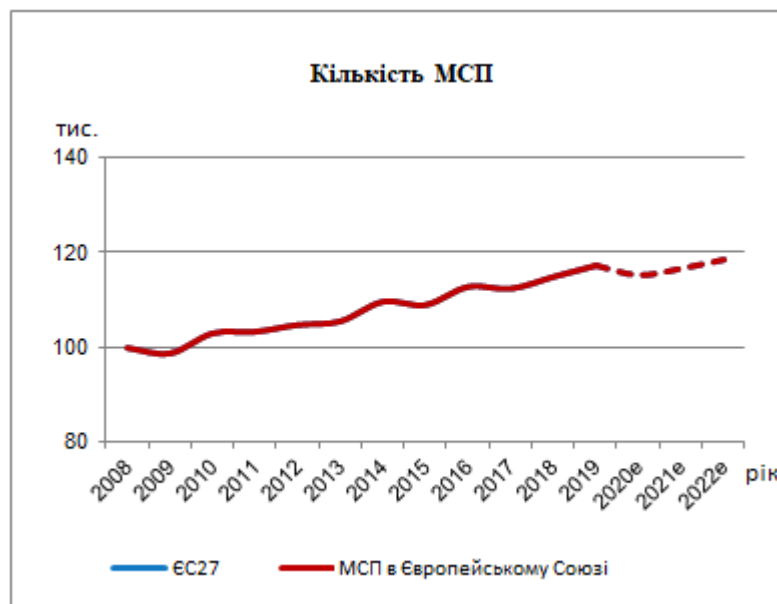


Рис. 1 – Ріст кількості малих та середніх підприємств в Європейському Союзі (у 27 країнах ЄС) від 2008-2022

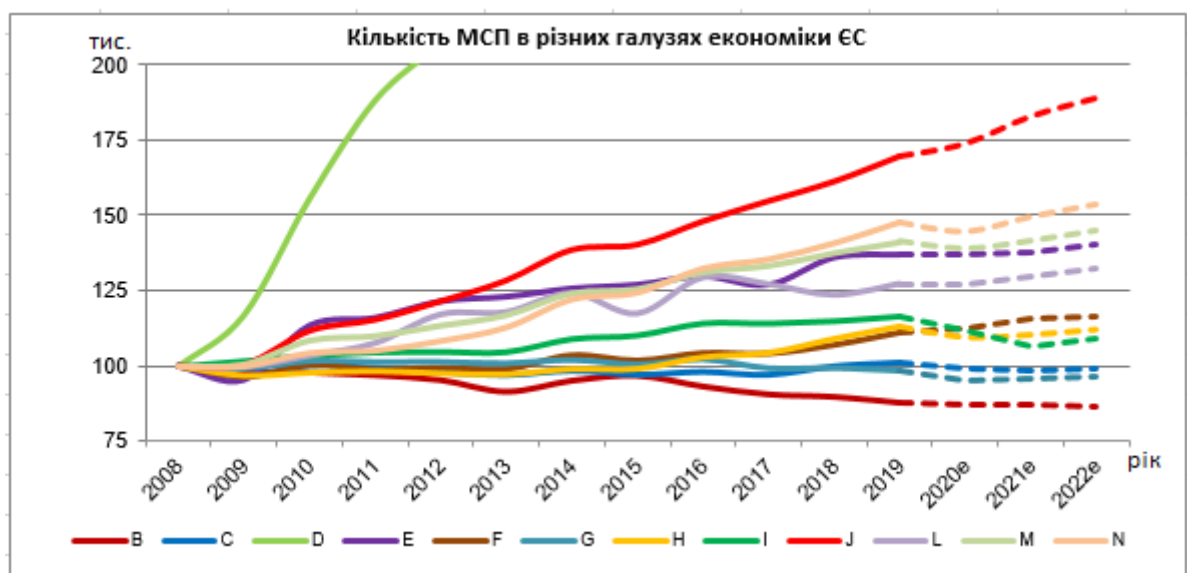


Рис. 2 – Ріст кількості МСП у ЄС за різними галузями розвитку економіки [4]:

B - видобуток корисних копалин, C – обробна промисловість, D - електропостачання, газ, пара та кондиціонування повітря, E - водопостачання; каналізація, управління відходами та відновлювальні роботи, F - будівництво, G - оптова та роздрібна торгівля; ремонт автомобілів та мотоциклів, H - транспортування та зберігання, I - проживання та харчування, J - інформація та комунікація, L - операції з нерухомістю, M - професійна, наукова та технічна діяльність, N - адміністративні та допоміжні послуги

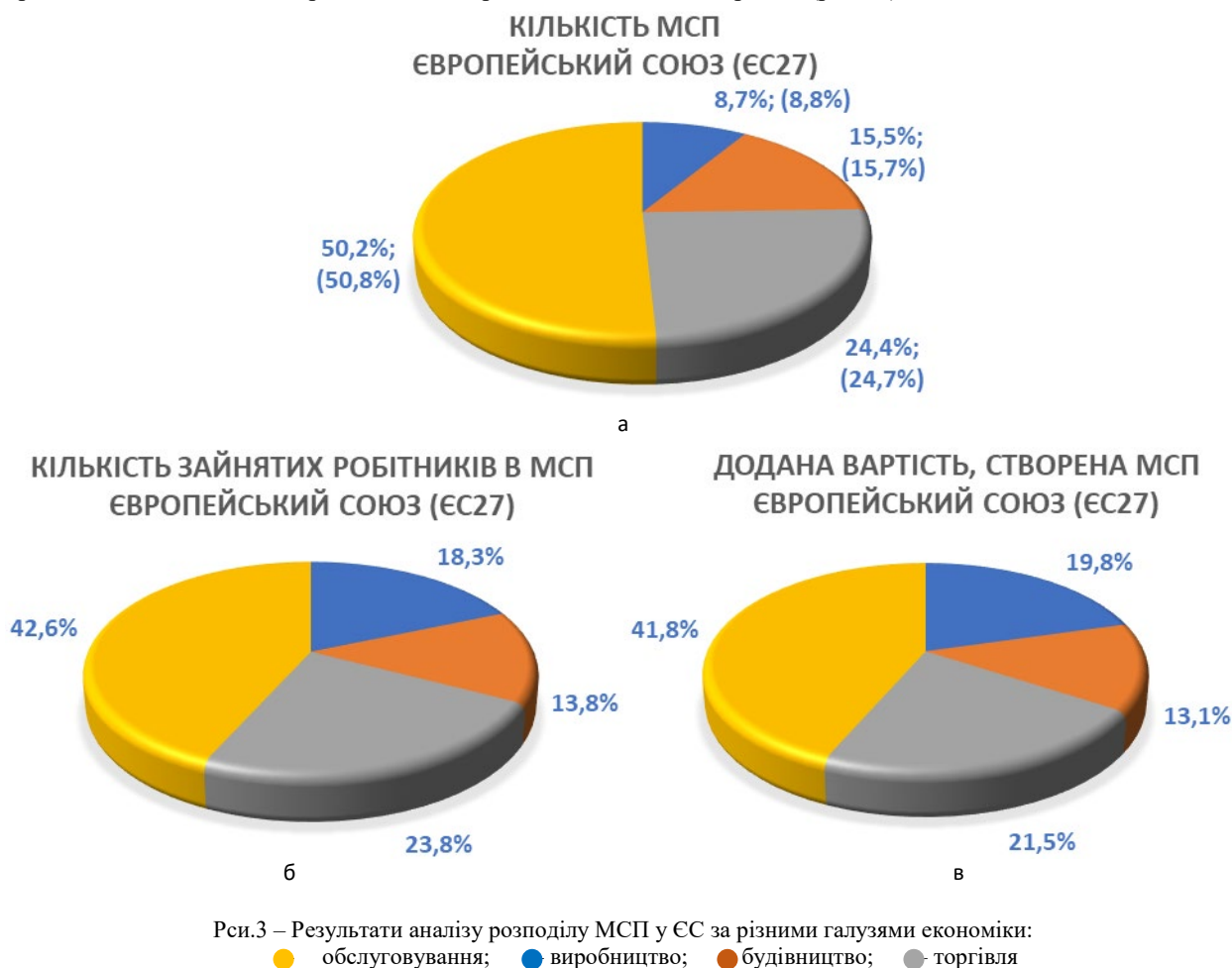
Відповідно до цього та із посиланням на перелік цілей ООН в області сталого розвитку [17] з точки зору розвитку машинобудівної галузі необхідною умовою є досягнення щонайменше таких цілей: забезпечення всеосяжної та справедливої якісної освіти та заохочення можливості навчання протягом усього життя для всіх (мета №4); створення стійкої інфраструктури, сприяння всеосяжній та стійкій індустріалізації та інноваціям (мета №9); забезпечення переходу до раціональних моделей споживання та виробництва (мета №12). Таким чином підґрунтям для сталого розвитку післявоєнної економіки України на базі конкурентоспроможних МСП може бути наскрізне поєднання освіти, науки та виробництва, що може дозволити із використанням інтелектуального потенціалу країни забезпечити цифрову підтримку виробництва машинобудівної продукції в умовах швидкозмінного попиту.

Аналіз основних досягнень та літератури. Із аналізу сучасної літератури визначено, що питанням впливу МСП на економіку країн приділяється багато уваги [18-20]. Велику увагу автори приділяють

проблемам необхідності зовнішнього фінансування МСП, для їх функціонування та сталого розвитку [19-20]. В роботі [21] автори відзначають перспективи розвитку МСП в умовах сучасної концепції глобальної цифровізації, але виділяють необхідність систематичного обліку ризиків, пов'язаних із впровадженням концепції Індустрії 4.0. В роботі [22] автори приділили увагу аналізу проблем пов'язаних із факторами стримування росту конкурентоспроможності МСП, що тісно пов'язано із посиленням їх експортного потенціалу [23]. Були проаналізовані роботи, які спрямовані на реалізацію концепції цифровізації деяких сфер діяльності МСП [24-25]. В роботі [26] автори відзначили що для стабільного розвитку та конкурентоспроможності виробництв необхідно якісне вирішення питання управління глобальними ресурсами у сучасному світі, а саме симбіоз динамічних, інтегрованих, розподілених, паралельних, інтелектуальних, передбачувальних та заснованих на реальному часі парадигм прийняття рішень, що мають першорядне значення, але все ще майже не поєднуються. Проаналізовані роботи мають обмежений характер і не дозволяють сформулювати подання про єдність освітніх, наукових та виробничих процесів, для забезпечення сталого розвитку та конкурентоспроможності МСП.

Мета дослідження, постановка задачі. У зв'язку з тим, що машинобудівна галузь в Україні зазнала регресійного впливу, та для її подальшого післявоєнного відновлення необхідно приділити увагу саме розвитку МСП, бо саме вони здатні швидко та вигідно заявляти про себе за рахунок швидкого виводу на ринок нового, або вдосконаленого продукту, на відміну від великого машинобудівного підприємства. Звідси випливає, що саме інновації будуть рушійною силою для конкурентоспроможності малих та середніх підприємств, що дозволить їм орієнтуватися на нові продукти, цифрові сервіси протягом усього життєвого циклу продукту, інтелектуальну складову підготовки виробництва, виготовлення продукту та збереження і передачу інформації про нього. Таким чином для забезпечення конкурентоспроможності машинобудівних МСП постає необхідність у вирішенні важливої науково-технічної проблеми забезпечення ефективності МСП при створенні та впровадженні нових прогресивних технологій механооброблення в умовах глобальної цифровізації підготовчих та виробничих процесів.

Матеріали дослідження. Із аналізу результатів дослідження оприлюдненого Європейською комісією у 2022 році на частку МСП обробної промисловості у 2021 році припало 8,7% від всіх підприємств ЄС (при розгляді 27 країн ЄС ця частка складає 8,8%) (рис.3а), що дозволило забезпечити роботою 18,3%(рис.3б) працездатного населення країн ЄС та створити 19,8% доданої вартості (рис.3в).



Слід зазначити, що відповідно до Рекомендації ЄС, до категорії «малі та середні підприємства» відносяться підприємства, що відповідають характеристикам зазначеним у табл.1, що відповідає

визначенням наведеним у Законі України «Про бухгалтерський облік та фінансову звітність в Україні» ст.2 від 01.01.2018 р.

Таблиця 1 – Визначення розміру підприємств

Тип підприємства	Кількість працівників	Річний оборот (в млн. євро)		Річний баланс (в млн. євро)
Мікро-	<10	≤ 2	↔	≤ 2
Мале підприємство	<50	≤ 10	↔	≤ 10
Середнє підприємство	<250 (компанії, що за своїми ознаками не можуть бути класифіковані як малі або великі підприємства)	≤ 50 (компанії, що за своїми ознаками не можуть бути класифіковані як малі або великі підприємства)	↔	≤ 43
Велике підприємство	≥250	> 50	↔	> 43

МСП

Розвитку саме машинобудівної галузі в ЄС приділяють багато уваги. Це призвело до того, що саме машинобудування за даними 2022 року [27] стало одним із найбільших промислових секторів економіки ЄС за кількістю підприємств, зайнятістю, виробництвом та створенням доданої вартості (рис.4). Сектор характеризується невеликими компаніями «сімейного типу», кількість працівників в яких варіюється, але не перевищує 249 осіб. Машинобудівна промисловість є яскравим прикладом сектору ЄС, який демонструє добрі економічні показники.

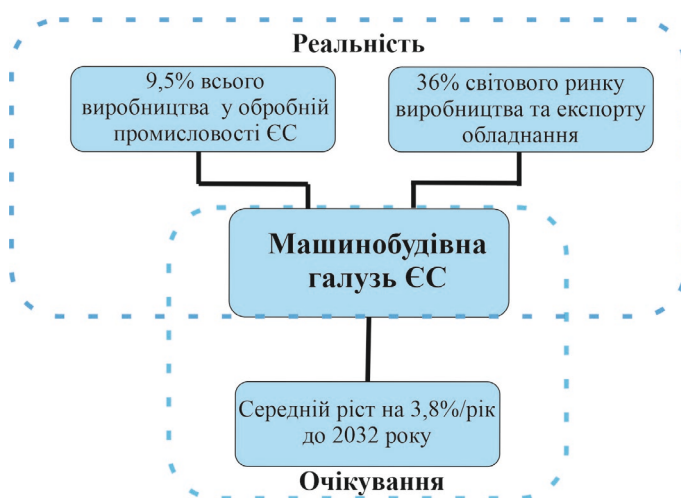


Рис. 4 – Обґрунтування важливості машинобудівної галузі в ЄС

У табл.2 наведені аналітичні дані, щодо співвідношення підприємств обробної промисловості в цілому та машинобудівних підприємств у деяких розвинених країнах ЄС (данні підкреслені зі звіту ЄС з дослідження конкурентоспроможності машинобудування [28]), що наглядно демонструє необхідність та перспективність розвитку МСП в машинобудівній галузі.

Таблиця 2 – Оцінка частки машинобудівних МСП в деяких розвинених країнах Європи

Тип підприємства	Обробна промисловість в цілому		Машинобудування	
	Частка, %	Працевлаштованих громадян (тис)	Частка, %	Працевлаштованих громадян (тис)
Мікро- (від 1 до 9 працівників)	79,4	2,6	59,8	3,4
Мале підприємство I (від 10 до 19 працівників)	10,5	13,1	17,6	13,4
Мале підприємство II (від 20 до 49 працівників)	5,8	31,6	11,8	31,8
Середнє підприємство (від 50 до 249 працівників)	3,5	109,2	8,8	111,6
Велике підприємство (від 250 працівників)	0,7	894,5	1,9	790,2
Всього	100	15,8	100	33,3

Примітка: в таблиці наведені аналітичні дані по наступним країнам ЄС: Чеська Республіка, Німеччина, Іспанія, Франція, Італія, Словаччина, Англія

Із аналізу даних наведених у Статистичному збірнику «Діяльність суб'єктів великого, середнього, малого та мікропідприємництва» [37] за 2021 рік підкреслено чисельний розподіл великих підприємств України та МСП (рис.5). Було визначено, частку промислових підприємств України в цілому, що склало 12,5% від всіх зареєстрованих МСП України та чисельність задіяного там персоналу [37] та зокрема наведена приблизна оцінка кількості машинобудівних підприємств (якісна оцінка обмежена динамічною ситуацією пов'язаною із пандемією та бойовими діями в країні).

Таблиця 3 - Оцінка частки машинобудівних МСП в Україні (за 2021 рік) від загальної кількості підприємств

Тип підприємства	Промислові підприємства в цілому*		Машинобудівні підприємства**	
	К-ть підпр-тв (шт) [37]	Працевлаштованих громадян (тис) [37]	Частка, %	Працевлаштованих громадян (тис)
Мікро- (від 1 до 9 працівників)	34237	238,5	≈4,3	≈6,9
Мале підприємство (від 10 до 49 працівників)	116570	480,4	≈16,1	≈25,8
Середнє підприємство (від 50 до 249 працівників)	4925	967,8	≈29,6	≈47,5
Велике підприємство (від 250 працівників)	292	718,8	≈48	≈76,8
Всього				

Примітка: * в таблиці наведені аналітичні данні відповідно до коду за КВЕД-2010 (B+C+D+E)
 ** Дані узагальненні та можуть дещо відрізнятися із-за швидкозмінної картини пов'язаної із пандемією та воєнною агресією РФ проти України



Рис.5 – Основні показники діяльності суб'єктів великого, середнього, малого та мікропідприємництва

Порівняльна характеристика кількісної чисельності машинобудівних підприємств в країнах ЄС та Україні дала розуміння, що сучасна парадигма розвитку української машинобудівної галузі кардинально відрізняється від європейської (рис.6): на відміну від ЄС в Україні протягом останніх 30 років підтримувалась націленість на підтримку великих підприємств, що створило бар'єр для розвитку всієї галузі.



Рис.6 – Вклад машинобудівних підприємств України та Європи у розвиток їх економік відповідно

Однак навіть приблизна оцінка машинобудівної діяльності в Україні та її порівняння із відповідними показниками в країнах Європи дали можливість зробити висновок, що Україна має великий потенціал у розвитку конкурентоспроможної економіки при виконанні обов'язкових структурних змін та модернізації машинобудівного комплексу (рис.6), що дозволить розвивати малі та середні машинобудівні підприємства

країни. Тим паче даними Європейської комісії та Світового Банку вклад МСП в економіку України в 2020 році склав 52% ВВП.

Особливість МСП розвинених країн полягає в їх відносно високій інтенсифікації виробничих процесів. Що може пояснюватися по-перше за рахунок високої гнучкості виробництва із-за необхідності виконання потоку штучних та дрібносерійних замовлень; по-друге високою кваліфікацією персоналу виробничих процесів і по-третє - великими, відносно складними вимоги до зв'язків між виробничим, інженерним та конструкторським відділами. Слід зазначити, що шляхи інтенсифікації виробничих процесів МСП стають можливими за умови імплементації рішень в рамках концепції Індустрія 4.0, що передбачає злиття технологій, починаючи від різних цифрових технологій та закінчуючи новими матеріалами та новими процесами [29]. Перспективність концепції Індустрія 4.0 для сучасних МСП підтверджена її основними напрямками розвитку [30]:

- 1) задоволення індивідуальних вимог клієнтів;
- 2) гнучкість;
- 3) оптимізоване ухвалення рішень;
- 4) продуктивність та ефективність ресурсів;
- 5) створення додаткових можливостей за допомогою нових послуг;
- 6) відповідь на демографічні зміни на робочому місці;
- 7) баланс між роботою та власним життям;
- 8) економіка з високою заробітною платою, яка, як і раніше, конкурентоспроможна.

Однак така імплементація ставить перед МПС ряд проблем та викликів, пов'язаних з бар'єрами Індустрії 4.0 [31-33]. В сучасній світовій літературі багато досліджень, пов'язаних із виявленням бар'єрів на шляху впровадження Індустрії 4.0 (встановлено існування в різних країнах від 3 до 28 бар'єрів) в різних джерелах, одним із повних обзорів існуючих досліджень представили Саєм А. та ін [34] та Орзез Г. та ін. [35]. Із аналізу представлених у відкритому доступі робіт встановлено, що всі виявлені бар'єри на шляху впровадження Індустрії 4.0 можуть бути систематизовані в 6 груп (табл.3).

Таблиця 3 – Систематизація основних бар'єрів на шляху впровадження Індустрії 4.0 в МСП

Група бар'єрів	Характеристика групи бар'єрів
Фінансово-економічний	Обумовлений потребою великих зовнішніх фінансових інвестицій при чисельному впровадженні технологій за умови повної невизначеності в отриманні кінцевої фінансової вигоди (економічного ефекту)
Культурний	Обумовлений відсутністю підтримки та наявністю консервативної політики зі сторони керівництва та вікового контингенту співробітників, що стримує впровадження інструментів Індустрії 4.0
Компетентностний (ресурсний)	Обумовлений недостатнім рівнем кваліфікації персоналу для вирішення завдань зумовлених концепцією Індустрія 4.0 щодо впровадження та експлуатації цифрових технологій. Недостатність технічних знань та обмеженість у виконанні досліджень щодо використання нових технологій створюють складнощі у використанні Індустрії 4.0 як з технічної, так і з практичної точки зору.
Правовий	Обумовлений питанням безпеки даних.
Технічний	Обумовлений відсутністю стандартів, складністю впровадження цифрових технологій, неможливістю їхнього тестування, слабкою ІТ-інфраструктурою та як наслідок неготовністю підприємства до впровадження цифрових технологій. До цієї групи можна віднести бар'єри, пов'язані з недовірою споживача до надійності технології, складнощі взаємодії/сумісності та низьким рівнем технологічної зрілості технологій.
Реалізаційний (впроваджувальний)	Обумовлений необхідністю у нових бізнес-моделях виробничих компаній, що стає можливим при розробці нових методичних підходів до впровадження інструментів Індустрії 4.0 та потребує значних зусиль по координації.

Однак слід зазначити, що в Україні додатково виділяються ряд стримуючих бар'єрів (рис.7), вирішення яких є важливою та пріоритетною задачею для країни в цілому.



Рис.7 – Бар'єри ведення бізнесу в Україні станом на 2020 рік [36]

Слід зазначити, що із аналізу звіту Європейської Комісії «Річний звіт про Європейські МСП за 21/22 рр та екологічна стійкість» підкреслено, що одні з найбільших проблем, які спіткали МСП Європи у 2021 р. – «наявність кваліфікованого персоналу або досвідчених менеджерів» (найбільш актуально для Австрії, Бельгії, Болгарії, Чеської Республіки, Німеччини, Венгрії, Ірландії, Латвії, Мальти, Португалії, Румунії, Словенії та ін.) та «витрати на виробництво та робочу силу» (найбільш актуально для Болгарії, Латвії, Польщі, Португалії, Румунії та ін.) [38], що підкреслює необхідність у підготовці(перепідготовці) виробничих кадрів нового покоління із посиленням на вектор цифровізації підготовчих, виробничих процесів та всіх етапів життєвого циклу продукту.

Із посиленням на те, що успіх розвитку малих та середніх підприємств значною мірою залежить від формування високотехнологічної економіки та посилення інтелектуальної складової у факторах виробництва [18], справедливо підкреслити перспективність розвитку машинобудівних МСП в Україні в період післявоєнного відновлення економіки країни. З однієї сторони, це буде підкріплено величезним поштовхом конкуренції, характерної для збільшення попиту в скороченні часу розробки-виготовлення якісної продукції, підвищенні операційної ефективності, збільшенням попиту на масову персоналізацію виробництва та його гнучкості, прийняттю рішень в режимі реального часу та максимального використання ресурсів, що відповідає Європейському вектору в галузі сталого розвитку на період до 2030 року [2]. З іншого боку перспективним інтелектуальним потенціалом країни (обумовленого наявністю зацікавленої у навчанні та розвитку молоді та у підвищенні цифрової обізнаності кваліфікованих технічних працівників) для своєчасної відповіді нагальним потребам технологічного прогресу (посиленню автоматизації процесів, інновацій в області цифровізації підготовчих та виробничих процесів, безаварійної семантичної інтеграції, розробки та впровадження інтелектуальних технологій в виробничі системи та ін.). Таким чином постає необхідність у підготовці та перепідготовці кадрів здатних обґрунтувати, розробити інструменти та впровадити їх для забезпечення горизонтальної та вертикальної системної інтеграції, роботи із великими даними, інтернетом речей, хмарними та адитивними технологіями тощо при вирішенні технологічних завдань підприємств нового покоління (рис.8). Бо саме застосування цифрових технологій дозволить оновленим машинобудівним підприємствам України створити конкурентоспроможні розумні виробництва і цифрові фабрики відповідно до концепції Індустрія 4.0, та забезпечити розподілену архітектуру управління виробництвом та формування наскрізних ланцюгів створення кінцевої вартості продукту.

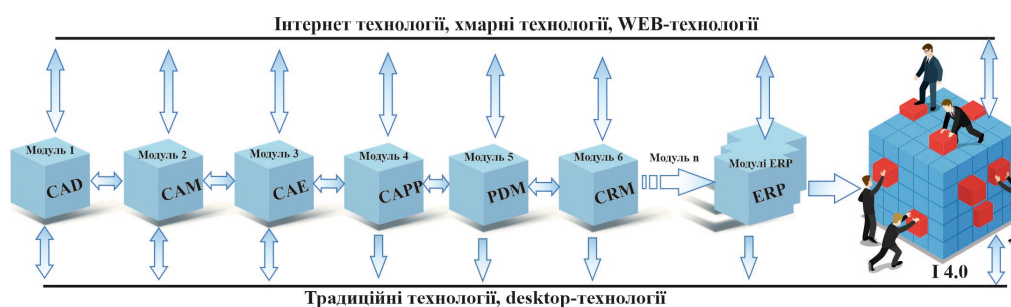


Рис.8 – Взаємодія внутрішньої структури малого машинобудівного підприємства з технологіями Індустрії 4.0. [33]

Слід зазначити, що сучасні підходи до підготовки кваліфікаційних кадрів в Україні здебільшого орієнтовані на вирішення конкретних задач однієї предметної області, в той час, як в розвинених країнах світу з метою підготовки спеціалістів широко використовуються інтегровані інформаційно-телекомунікаційні середовища, мережа Інтернету, технології дистанційного та електронного навчання тощо. Це пов'язано з тим, що «вузький» спеціаліст нездатний вирішити питання відповідно концепції Індустрія 4.0, тому є необхідність в підготовці «широких» спеціалістів. Однак, така підготовка має урахувувати ряд бар'єрів, що пов'язано з тим, що максимізація переваг Індустрії 4.0 концептуально потребує широкої співпраці, яка не обмежує корпоративні кордони, особливо коли йдеться про те, щоб усі машини та процеси «розмовляли однією мовою». Інакше виробничий процес перетвориться на хаос. Таким чином, визначення загальних платформ і мов, якими вільно взаємодіють машини МСП, також стане одним з основних завдань поширення кіберфізичних систем для підвищення конкурентоспроможності українського

машинобудування. Окрім того необхідно буде звернути увагу на необхідність модульного принципу формування команд як на стадіях освіти і науки, так і на стадіях вирішення виробничих задач із наскрізним застосуванням технологій Індустрії 4.0, що дозволить сформувати сталу відповідальну основу колективу націленого на вирішення складних викликів сьогодення в межах єдиної ідеології.

Таким чином можна зробити висновок, що для розвитку конкурентоспроможних МСП України в умовах її інтеграції в ЄС необхідно приділити увагу підготовці висококваліфікованих технічних кадрів здатних з однієї сторони виконувати роль системних інтеграторів та імплеметаторів задач Індустрії 4.0, а з іншої – вміти вирішувати супутні проблеми технології машинобудування від ідеї до виготовлення продукту із використанням цифрових сервісів на базі єдиного цифрового ядра [39] (рис.9).

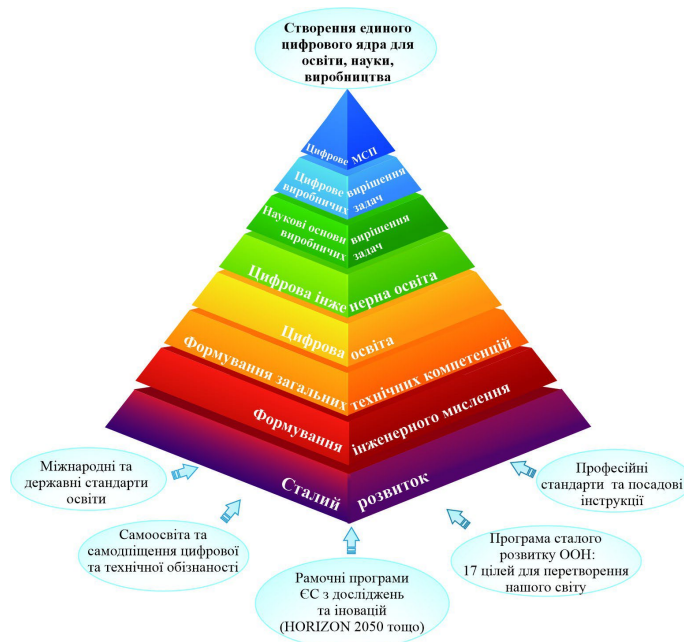


Рис. 9 – Методологічний підхід до забезпечення ефективності МСП України

Таким чином можна зробити висновок, що для створення конкурентоспроможних МСП України необхідно розробити засади симбіозу освіти, науки та виробництва на базі єдиного цифрового ядра.

Висновки.

В роботі розглянуті особливості розвитку економічної галузі розвинутих країн Європи та ЄС-27 в цілому. Поглиблений аналіз впливу малих та середніх машинобудівних підприємств Європейського союзу на розвиток його економіки дав привід стверджувати про перспективність МСП у забезпеченні сталого розвитку суспільства шляхом створення робочих місць, доданої вартості тощо.

На базі порівняльного аналізу сучасного стану машинобудівної галузі ЄС та України – а саме кількісного порівняння їх МСП було визначено, що сучасна парадигма розвитку української машинобудівної галузі кардинально відрізняється від європейської із-за законсервованості вітчизняного машинобудування на рівні кінця 20го сторіччя і потребує радикальних змін на зразок європейської.

Визначення переліку основних бар'єрів для розвитку сучасних МСП машинобудівної галузі, в умовах імплементації концепції Індустрія 4.0, дали можливість запропонувати та обґрунтувати методологічний підхід до забезпечення ефективності таких підприємств при створенні та впровадженні нових прогресивних технологій механооброблення в умовах глобальної цифровізації підготовчих та виробничих процесів за умови підготовки (перепідготовки) висококваліфікованих фахівців на базі єдиного цифрового ядра, що об'єднає освіту, науку та виробництво.

Список літератури:

1. D. Clark. Number of SMEs in the European Union 2008-2022, by size [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.statista.com/statistics/878412/number-of-smes-in-europe-by-size/#statisticContainer> (останнє відвідування 08.01.23)
2. Електронний ресурс/]. – Режим доступу : <https://www.un.org/sustainabledevelopment/> (останнє відвідування 03.01.23).
3. Perez-Gomez, P.; Arbelo-Perez, M.; Arbelo, A. Profit efficiency and its determinants in small and medium-sized enterprises in Spain. BRQ Bus. Res. Q. 2018, 21, 238–250.
4. Luo, P.F.; Wang, H.M.; Yang, Z.J. Investment and financing for SMEs with a partial guarantee and jump risk. Eur. J. Oper. Res. 2016, 249, 1161–1168.
5. Eurostat [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://ec.europa.eu/eurostat/en/web/products-eurostat-news/-/ddn-20221028-3> (останнє відвідування 08.01.23).
6. European Commission. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European
7. Economic and Social Committee and the Committee of the Regions; In COM(2012) 573 final; European Commission: Brussels, Belgium, 2012.
8. European Parliament. European Parliament Resolution of 15 June 2010 on Community Innovation Policy in a Changing World (2009/2227(INI)); European Parliament: Bruxelles, Belgium, 2010
9. European Parliament. European Parliament Resolution of 9 March 2011 on an Industrial Policy for the Globalised Era (2010/2095(INI)); In 2012/C 199 E/16; European Parliament: Bruxelles, Belgium, 2011

10. European Parliament. European Parliament Resolution of 23 October 2012 on Small and Medium Size Enterprises (SMEs): Competitiveness and Business Opportunities (2012/2042(INI)); In 2014/C 68 E/06; European Parliament: Bruxelles, Belgium, 2012.
11. European Parliament. European Parliament Resolution of 15 January 2014 on Reindustrialising Europe to Promote Competitiveness and Sustainability (2013/2006(INI)); In 2016/C 482/13; European Parliament: Bruxelles, Belgium, 2014.
12. European Parliament. European Parliament Resolution of 5 July 2017 on Building an Ambitious EU Industrial Strategy as a Strategic Priority for Growth, Employment and Innovation in Europe; In 2017/2732(RSP); European Parliament: Bruxelles, Belgium, 2017.
13. European Parliament. European Parliament Resolution of 15 September 2016 on Access to Finance for SMEs and Increasing the Diversity of SME Funding in a Capital Markets Union (2016/2032(INI)); In 2016/2032(INI); European Parliament: Bruxelles, Belgium, 2016.
14. European Commission. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions; In COM(2018) 2 final; European Commission: Brussels, Belgium, 2018.
15. Directorate-General for Research and Innovation (European Commission). Mid-Term Review of the Contractual Public Private Partnerships (cPPPs) under Horizon 2020; European Commission: Brussels, Belgium, 2017.
16. A.SPIRE 2050 Vision [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.aspire2050.eu/aspire/aspire-2050-vision> (останнє відвідування 08.01.23)
17. Електронний ресурс/]. – Режим доступу : <https://www.un.org/sustainabledevelopment/> (останнє відвідування 03.01.23).
18. Стрельбицька Н.С., Редько Т.В. Мале та середнє підприємництво як фактор соціально-економічного зростання ЄС. Науковий вісник Ужгородського національного університету, 2016. –№7(3). – сс. 118-122
19. Versal, N. and Sholokhova, H. 2020. ADVANTAGES AND DISADVANTAGES OF EXTERNAL FUNDING OF SMALL AND MEDIUM-SIZED ENTERPRISES IN UKRAINE. Economic journal of Lesya Ukrainka Volyn National University. 1, 21 (Mar. 2020), 182–194. DOI:<https://doi.org/10.29038/2411-4014-2020-01-182-194>.
20. Мазур, К., & Сімоник, Л. СТАН БІЗНЕС-СЕРЕДОВИЩА МАЛИХ ТА СЕРЕДНІХ ПІДПРИЄМСТВ В УКРАЇНІ. Молодий вчений, 2018. – 5 (57), 726-729. вилучено із <https://molodyvchenvi.ua/index.php/journal/article/view/4620>
21. Гуцуляк В.Р., Гуцуляк В.М. Основні ризики індустрії 4.0 для підприємств в сучасних умовах розвитку. Економіка та управління підприємствами, 2021. – 1(87). – сс. 49-53. DOI: <https://doi.org/10.32782/2520-2200/2022-1-7>
22. Поліщук Л.В., Середя В.І. Системний підхід до посилення конкурентоспроможності малих і середніх підприємств на міжнародних ринках. Наукові перспективи, 2021. – 11(17). – сс.314-328. [https://doi.org/10.52058/2708-7530-2021-11\(17\)-314-328](https://doi.org/10.52058/2708-7530-2021-11(17)-314-328)
23. Можайкіна Н.В., Ільїн Д.В. Інфраструктура підтримки експорторієнтованих малих та середніх підприємств. Міжнародна науково-практична інтернет-конференція «підприємництво та бізнес-адміністрування: сучасні виклики, тренди та трансформації». [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://ojs.kname.edu.ua/index.php/area/index> (останнє відвідування 08.01.23).
24. Волович В.Я. Оцінювання процесів розробки програмного забезпечення для малих та середніх проєктів з гнучкою організацією: кваліфікаційна робота освітнього рівня магістра за спеціальністю „122 – комп’ютерні науки“ / В. Я. Волович – Тернопіль : ТНТУ, 2022. – 59 с.
25. Boumediene Ramdani, Siddhartha Raja & Marina Kayumova. Digital innovation in SMEs: a systematic review, synthesis and research agenda, Information Technology for Development, 2022. – 28(1), pp. 56-80. DOI: 10.1080/02681102.2021.1893148
26. Varela, L.R.; Trojanowska, J.; Cruz-Cunha, M.M.; Pereira, M.A.; Putnik, G.D.; Machado, J.M. Global Resources Management: A Systematic Review and Framework Proposal for Collaborative Management of CPPS. *Appl. Sci.* 2023, 13, 750. <https://doi.org/10.3390/app13020750>
27. European Commission. Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs. Електронний ресурс/]. – Режим доступу : https://single-market-economy.ec.europa.eu/sectors_en (останнє відвідування 10.01.23)
28. An introduction to Mechanical Engineering: Study on the Competitiveness of the EU Mechanical Engineering Industry. Within the Framework Contract of Sectoral Competitiveness Studies – ENTR/06/054. Dr. Hans-Günther Vieweg Munich, 01 February 2012
29. Organization for Economic Co-operation and Development (OECD), “Enabling the next production revolution: the future of manufacturing and services - Interim report”, 2016
30. H. Kagermann, J. Hellbig, A. Hellinger and W. Wahlster, “Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0: Securing the future of German manufacturing industry”, final report of the Industrie 4.0
31. Kumar, R.; Singh, R.K.; Dwivedi, Y.K. Application of Industry 4.0 technologies in SMEs for ethical and sustainable operations: Analysis of challenges. *J. Clean. Prod.* 2020, 275, 124063
32. Frank, A.G.; Dalenogare, L.S.; Ayala, N.F. Industry 4.0 technologies: Implementation patterns in manufacturing companies. *Int. J. Prod. Econ.* 2019, 210, 15–26.
33. Dobrotvorskiy, S., Basova, Y., Dobrovolska, L., Sokol, Y., Kazantsev, N. Big Challenges of Small Manufacturing Enterprises in Industry 4.0. In: Ivanov, V., Trojanowska, J., Pavlenko, I., Zajac, J., Peraković, D. (eds) *Advances in Design, Simulation and Manufacturing III. DSMIE 2020. Lecture Notes in Mechanical Engineering* 118-127. Springer, Cham (2020). https://doi.org/10.1007/978-3-030-50794-7_12
34. Sayem, A.; Biswas, P.K.; Khan, M.M.A.; Romoli, L.; Dalle Mura, M. Critical Barriers to Industry 4.0 Adoption in Manufacturing Organizations and Their Mitigation Strategies. *J. Manuf. Mater. Process.* 2022, 6, 136. <https://doi.org/10.3390/jmmp6060136>
35. G. Orzes, E. Rauch, S. Bednar and R. Poklemba, "Industry 4.0 Implementation Barriers in Small and Medium Sized Enterprises: A Focus Group Study," 2018 *IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM)*, 2018, pp. 1348-1352, doi: 10.1109/IEEM.2018.8607477.
36. Великі проблеми малого бізнесу. Системний звіт. Рада бізнес-омбудсмена. 2021. 64 с. URL: <https://boi.org.ua/publications/systemicreports/1271-sistemnij-zv-t-velik-problemi-malogo-b-znesu/> (дата звернення 10.01.2023).
37. Діяльність суб’єктів великого, середнього, малого та мікробізнесу 2021 рік. Статистичний збірник. Державна служба статистики України. Київ. 2022. 119 с.
38. Annual Report on European SMEs 2021/2022 SMEs and environmental sustainability. SMEs and environmental sustainability. SME Performance Review 2021/2022. Contract number EISMEA/2021/SC/001 (GRO/SME/20/C/011)
39. Dobrotvorskiy, S., Dobrovolska, L., Basova, Y., Sokol, E., Edl, M. The role of “JavaMach Cluster” to training for industry 4.0. *Industry 4.0 - Shaping The Future of The Digital World - Proceedings of the 2nd International Conference on Sustainable Smart Manufacturing, S2M 2019*, (ISBN 978-036742272-1) 2019, pp.75-78

Bibliography (transliterated):

1. D. Clark. Number of SMEs in the European Union 2008-2022, by size [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.statista.com/statistics/878412/number-of-smes-in-europe-by-size/#statisticContainer> (last visit 08.01.23)
2. [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.un.org/sustainabledevelopment/> (last visit 03.01.23).
3. Perez-Gomez, P.; Arbelo-Perez, M.; Arbelo, A. Profit efficiency and its determinants in small and medium-sized enterprises in Spain. *BRQ Bus. Res. Q.* 2018, 21, 238–250.
4. Luo, P.F.; Wang, H.M.; Yang, Z.J. Investment and financing for SMEs with a partial guarantee and jump risk. *Eur. J. Oper. Res.* 2016, 249, 1161–1168.
5. Eurostat [Electronic resource]. – Access mode : <https://ec.europa.eu/eurostat/en/web/products-eurostat-news/-/ddn-20221028-3> (last visit 08.01.23).
6. European Commission. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European
7. Economic and Social Committee and the Committee of the Regions; In COM(2012) 573 final; European Commission: Brussels, Belgium, 2012.
8. European Parliament. European Parliament Resolution of 15 June 2010 on Community Innovation Policy in a Changing World

- (2009/2227(INI)); European Parliament: Bruxelles, Belgium, 2010
9. European Parliament. European Parliament Resolution of 9 March 2011 on an Industrial Policy for the Globalised Era (2010/2095(INI)); In 2012/C 199 E/16; European Parliament: Bruxelles, Belgium, 2011
 10. European Parliament. European Parliament Resolution of 23 October 2012 on Small and Medium Size Enterprises (SMEs): Competitiveness and Business Opportunities (2012/2042(INI)); In 2014/C 68 E/06; European Parliament: Bruxelles, Belgium, 2012.
 11. European Parliament. European Parliament Resolution of 15 January 2014 on Reindustrialising Europe to Promote Competitiveness and Sustainability (2013/2006(INI)); In 2016/C 482/13; European Parliament: Bruxelles, Belgium, 2014.
 12. European Parliament. European Parliament Resolution of 5 July 2017 on Building an Ambitious EU Industrial Strategy as a Strategic Priority for Growth, Employment and Innovation in Europe; In 2017/2732(RSP); European Parliament: Bruxelles, Belgium, 2017.
 13. European Parliament. European Parliament Resolution of 15 September 2016 on Access to Finance for SMEs and Increasing the Diversity of SME Funding in a Capital Markets Union (2016/2032(INI)); In 2016/2032(INI); European Parliament: Bruxelles, Belgium, 2016.
 14. European Commission. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions; In COM(2018) 2 final; European Commission: Brussels, Belgium, 2018.
 15. Directorate-General for Research and Innovation (European Commission). Mid-Term Review of the Contractual Public Private Partnerships (cPPPs) under Horizon 2020; European Commission: Brussels, Belgium, 2017.
 16. A.SPIRE 2050 Vision [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.aspire2050.eu/aspire/aspire-2050-vision> (last visit 08.01.23)
 17. [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.un.org/sustainabledevelopment/> (last visit 03.01.23).
 18. Strelbitska N. E., Redko T. V. Small and medium enterprises as a factor of social and economic growth in the European Union. *Uzhorod National University Herald. International Economic Relations And World Economy*, 2016. No7(3). pp. 118-122
 19. Versal, N. and Sholokhova, H. Advantages and disadvantages of external funding of small and medium-sized enterprises in Ukraine. *Economic Journal of Lesya Ukrainka Volyn National University*. 1, 21 (Mar. 2020), pp. 182–194. DOI:<https://doi.org/10.29038/2411-4014-2020-01-182-194>.
 20. Mazur, K., & Simonik, L. State of the business environment of small and medium enterprises in Ukraine. *young scientist*, 2018. No (57), pp. 726-729. [Electronic resource]. – Access mode : <https://molodyvivchenyi.ua/index.php/journal/article/view/4620> (last visit 08.01.23)
 21. Hutsuliak Viktoriia, Hutsuliak Vasyl. Main risks of industry 4.0 for enterprises in modern conditions of development. *Economics and enterprise management*, 2021. No 1(87). pp. 49-53. DOI: <https://doi.org/10.32782/2520-2200/2022-1-7>
 22. Pashchuk Lidiia, Sereda Valentyna. A systematic approach to strengthening the competitiveness of small and medium enterprises in international markets. *Scientific perspectives*, 2021. No 11(17). pp.314-328. [https://doi.org/10.52058/2708-7530-2021-11\(17\)-314-328](https://doi.org/10.52058/2708-7530-2021-11(17)-314-328)
 23. Mozhaykina N.V., Ilyin D.V. Support infrastructure for export-oriented small and medium enterprises. *International scientific and practical Internet conference "Entrepreneurship and business administration: modern challenges, trends and transformations"*. [Electronic resource]. – Access mode : <https://ojs.kname.edu.ua/index.php/area/index> (last visit 08.01.23).
 24. Volovich V.Ya. Evaluation of software development processes for small and medium projects with a flexible organization: qualification work of the educational level of the master in the specialty "122 - computer science" / V. Ya. Volovich - Ternopil : TNTU, 2022. 59 p.
 25. Boumediene Ramdani, Siddhartha Raja & Marina Kayumova. Digital innovation in SMEs: a systematic review, synthesis and research agenda. *Information Technology for Development*, 2022. – 28(1), pp. 56-80. DOI: 10.1080/02681102.2021.1893148
 26. Varela, L.R.; Trojanowska, J.; Cruz-Cunha, M.M.; Pereira, M.A.; Putnik, G.D.; Machado, J.M. Global Resources Management: A Systematic Review and Framework Proposal for Collaborative Management of CPPS. *Appl. Sci.* 2023, 13, 750. <https://doi.org/10.3390/app13020750>
 27. European Commission. Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs. [Electronic resource]. – Access mode : https://single-market-economy.ec.europa.eu/sectors_en (last visit 10.01.23)
 28. An introduction to Mechanical Engineering: Study on the Competitiveness of the EU Mechanical Engineering Industry. Within the Framework Contract of Sectoral Competitiveness Studies – ENTR/06/054. Dr. Hans-Günther Vieweg Munich, 01 February 2012
 29. Organization for Economic Co-operation and Development (OECD), "Enabling the next production revolution: the future of manufacturing and services - Interim report", 2016
 30. H. Kagermann, J. Hellwig, A. Hellinger and W. Wahlster, "Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0: Securing the future of German manufacturing industry", final report of the Industrie 4.0
 31. Kumar, R.; Singh, R.K.; Dwivedi, Y.K. Application of Industry 4.0 technologies in SMEs for ethical and sustainable operations: Analysis of challenges. *J. Clean. Prod.* 2020, 275, 124063
 32. Frank, A.G.; Dalenogare, L.S.; Ayala, N.F. Industry 4.0 technologies: Implementation patterns in manufacturing companies. *Int. J. Prod. Econ.* 2019, 210, 15–26.
 33. Dobrotvorskiy, S., Basova, Y., Dobrovolska, L., Sokol, Y., Kazantsev, N. Big Challenges of Small Manufacturing Enterprises in Industry 4.0. In: Ivanov, V., Trojanowska, J., Pavlenko, I., Zajac, J., Peraković, D. (eds) *Advances in Design, Simulation and Manufacturing III*. DSMIE 2020. Lecture Notes in Mechanical Engineering 118-127. Springer, Cham (2020). https://doi.org/10.1007/978-3-030-50794-7_12
 34. Sayem, A.; Biswas, P.K.; Khan, M.M.A.; Romoli, L.; Dalle Mura, M. Critical Barriers to Industry 4.0 Adoption in Manufacturing Organizations and Their Mitigation Strategies. *J. Manuf. Mater. Process.* 2022, 6, 136. <https://doi.org/10.3390/jmmp6060136>
 35. G. Orzes, E. Rauch, S. Bednar and R. Poklemba, "Industry 4.0 Implementation Barriers in Small and Medium Sized Enterprises: A Focus Group Study," *2018 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM)*, 2018, pp. 1348-1352, doi: 10.1109/IEEM.2018.8607477.
 36. Big problems for small businesses. System report. Business Ombudsman Council. 2021. 64 p. [Electronic resource]. – Access mode : <https://boi.org.ua/publications/systemicroports/1271-sistemnij-zv-t-velik-problemi-malogo-b-znesu/> (last visit 10.01.2023).
 37. Activities of large, medium, small and micro businesses in 2021. Statistical collection. State Statistics Service. Kyiv. 2022. 119 p.
 38. Annual Report on European SMEs 2021/2022 SMEs and environmental sustainability. SMEs and environmental sustainability. SME Performance Review 2021/2022. Contract number EISMEA/2021/SC/001 (GRO/SME/20/C/011)
 39. Dobrotvorskiy, S., Dobrovolska, L., Basova, Y., Sokol, E., Edl, M. The role of "JavaMach Cluster" to training for industry 4.0. *Industry 4.0 - Shaping The Future of The Digital World - Proceedings of the 2nd International Conference on Sustainable Smart Manufacturing, S2M 2019*, (ISBN 978-036742272-1) 2019, pp.75-78

Поступила (received) 17.01.2023

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

Добrotворський Сергій Семенович (Dobrotvorskiy Sergey) – доктор технічних наук, професор кафедри "Технологія машинобудування та металорізальні верстати" Навчально-наукового інституту механічної інженерії і транспорту Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Харків; e-mail: sdobro50@gmail.com, ORCID: 0000-0003-1223-1036

Басова Євгенія Володимирівна (Basova Yevheniia) – кандидат технічних наук, доцент кафедри "Технологія машинобудування та металорізальні верстати" Навчально-наукового інституту механічної інженерії і транспорту Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Харків; e-mail: e.v.basova.khpi@gmail.com, ORCID: 0000-0002-8549-4788