

state of magnetite quartzite deposit massif in the condition of mine "Gigant-Gliboka" of central iron ore enrichment works (CGOK) / Metallurgical and mining industry, 2015. No.7. P. 377–382.

5. **Ступнік М.І., Калініченко В.О., Калініченко О.В.** Дослідження напружено-деформованого стану гірського масиву покладу магнетитових кварцитів в умовах шахти «Гігант-Глибока» ПАТ «ЦГЗК» / Metallurgicheskaya i gornorudnaya promyshlennost', 2015. №5. С. 85–88.

6. **Stupnik N., Kalinichenko V.** Parameters of shear zone and methods of their conditions control at underground mining of steep-dipping iron ore deposits in Kryvyi Rig basin / Geomechanical Processes During Underground Mining. School of Underground Mining. Dnipropetrovsk, 2012. P. 15–19.

7. **Четверик М.С., Бубнова О.А., Бабій К.В., Батур М.О.** Швидкість розвитку деформацій у підробленому гірському масиві при підземному вийманні корисних копалин на основі маркшейдерських спостережень / Геотехническая механика. Днепропетровск: НАН ИГТМ, 2016. №130. С. 3–12.

8. **Цариковский В.В., Булат А.Ф., Приходченко В.Л.** Контроль процессов разрушения руд Кривбасса геофизическими методами для повышения эффективности их отработки / Проблемы горнодобывающей промышленности металлургического комплекса Украины. Кривой Рог: НИГРИ, 1998. С. 21–24.

9. **Несмашный Е.А., Ткаченко Г.И., Болотников А.В.** Обзор технологий и технических средств для геомеханического мониторинга состояния бортов карьеров и отвалов / Разработка рудных месторождений. Кривой Рог, 2010. Вып. 93. С. 89–94.

10. **Ritter W.** Die statish der Tunnelgewolbe. Berlin, 1979. 346 p.

11. **Talobre J.A.** La mécanique des roches. Paris: Dunod, 1967. 443 p.

12. **Parisean W.G.** Estimation of support load requirements of underground mine openings by computer simulation of mining sequence / Truns. foc. MiningEng. AJME, 1987. Vol. 262. №2 (june). P. 100–109.

Рукопис подано до редакції 21.03.24

УДК 681.518

М. В. КІЯНОВСЬКИЙ, д-р техн. наук, проф.,

В. А. ПІКІЛЬНЯК, В. П. НЕЧАСВ, кандидати техн. наук, доценти,

Н. М. КІЯНОВСЬКА, канд. пед. наук, доц.

Криворізький національний університет

## **ЛОГІКА ВИБОРУ ІНДИВІДУАЛЬНИХ ТРАЄКТОРІЙ НАВЧАННЯ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ СПЕЦІАЛЬНОСТІ "ПРИКЛАДНА МЕХАНІКА" ЧЕРЕЗ ЗАКОНОМІРНОСТІ РОЗВИТКУ ФАХОВИХ СЕРЕДОВИЩ**

**Мета.** Головною метою проведеного дослідження було вирішення задач створення логіки і алгоритму вибору індивідуальних траєкторій навчання здобувачів вищої освіти спеціальності "прикладна механіка" на етапі мінімальних власних знань, досвіду здобувачів вищої освіти у обраній спеціальності.

**Методи дослідження.** Для вирішення цього завдання використано методи дослідження наявних трендів (закономірностей) змін сучасного машинобудування у відповідності до задач інноваційного розвитку держави та світових трендів розвитку організаційних, змістовних, структурних засад машинобудування в умовах використання прогресивних інформаційних технологій, автоматизованих засобів інжинірингу, ресурсів новітніх інформаційних середовищ.

**Наукова новизна.** Спеціальність «Прикладна механіка» інтегрує фахові напрямки, які є найбільш актуальними для сучасного машинобудування у форматах сучасних технологій і програмних задач вищої освіти. На основі проведеного дослідження встановлені результати створення та розвитку фахових середовищ з різним складом професійних компетенцій, які змінюють логіку та алгоритм прийняття рішення щодо вибору індивідуальної траєкторії навчання.

**Практична значимість.** Мета дослідження досягається шляхом поєднання нормативних вимог до рівня і змісту вищої освіти з врахуванням особливостей новітніх форм фахових середовищ сучасного машинобудування для працевлаштування і прискореної адаптації фахівців спеціальності «Прикладна механіка». Визначено орієнтири для ефективного спрямування освітніх зусиль на отримання відповідних компетенцій в кожній сфері індивідуальних траєкторій навчання.

**Результати.** Виконана класифікація видів і структури фахових середовищ сучасного машинобудування. Встановлено склад професійних компетенцій, що забезпечують підготовку фахівців для кожної структурної частини фахового середовища. Запропонована логіка та алгоритм прийняття рішення щодо вибору індивідуальної траєкторії навчання, які полягають у поєднання регламентних вимог до рівня і змісту освіти з закономірностями зміни об'єкту навчання.

**Ключові слова:** траєкторії навчання, фахове середовище, професійні компетенції, здобувачі вищої освіти, спеціальність «Прикладна механіка», машинобудування

doi: 10.31721/2306-5451-2024-1-58-9-15

**Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями.** Спеціальність «Прикладна механіка» – єдиний засіб збільшення рівня техносфери, як фундаменту економічного розвитку світу, держави і таке інше. Успіх інших спеціальностей є побіжним від стану техносфери та економічного розвитку. Спеціальність «Прикладна механіка» інтегрує фахові напрями, які є найбільш актуальними для сучасного машинобудування у форматах сучасних технологій і програмних задач вищої освіти, послідовно забезпечуючи ( на основі отриманих від МО-НУ ліцензій: Галузь знань – 13 «Механічна інженерія», Спеціальність – 131 «Прикладна механіка» ) 1-го (бакалавр) та 2-го (магістр) рівнів вищої професійної освіти [1, 2].

**Аналіз досліджень і публікацій.** Сучасні публікації, щодо рівня і змісту освітньої задачі для здобувача вищої освіти фіксують зміни їх повноважень, як активного суб'єкта освітнього процесу, який може визначати індивідуальні траєкторії навчання, створення умов успішної професійної перспективи. Розроблено багато нормативних документів, що забезпечують ці повноваження [1-4], але в них не враховано, що вибір індивідуальних траєкторій навчання повинен відповідати майбутній фазі і закономірностям розвитку машинобудування, що вимагає осмислення нової логіки і алгоритмів прийняття рішень.

Право здобувача вищої освіти, щодо вибору індивідуальних траєкторій навчання, визначення змісту, об'єкту, професійних компетенцій та результатів навчання не є довільним, а реалізується при умові, що будь-яка обрана освітня траєкторія узгоджується при виконанні обов'язкової освітньої норми:

- виконання вимог стандартів 1-го і 2-го рівнів вищої професійної освіти (табл. 1) [4];
- передумові отримання програмованих результатів навчання (табл. 2) [4];
- відповідності визначень національної рамки кваліфікацій [3].

Таблиця 1

Вимоги стандартів 1-го(бакалавр) та 2-го(магістр) рівнів вищої професійної освіти [4 ]

| Бакалавр                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Магістр (Курсивом позначено відмінності стандарту для підготовки магістрів)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>об'єкт діяльності: конструкції, машини, устаткування, механічні і біомеханічні системи та комплекси, процеси їх конструювання, виготовлення, дослідження та експлуатації;</p> <p>цілі навчання: професійна інженерна діяльність в галузі проектування, виробництва та експлуатації технічних систем, машин і устаткування, робототехнічних засобів та комплексів, розробки технологій машинобудівних виробництв;</p> <p>теоретичний зміст предметної області:</p> <p>загальні закони теоретичної механіки та їх прикладні застосування, теоретичні засади конструювання машин, технологій машинобудівних виробництв, механіки рідини і газів, деталей машин і конструкцій, прогнозування експлуатаційних властивостей технічних систем;</p> <p>методи, методики та технології: фізико-математичні методи розрахунку статичної, динамічної та стійкості елементів і конструкцій; аналітичні, чисельні та алгоритмічні методи моделювання кінематики та динаміки машин, аналізу напружено-деформованого стану елементів конструкцій; методики проектування, контролю, дослідження, розробки технологій виготовлення і складання елементів машин та конструкцій; інформаційні технології в інженерних дослідженнях, проектуванні і виробництві; методи та засоби числового програмного керування технологічного обладнання; технології автоматизованих машинобудівних виробництв;</p> <p>інструменти та обладнання: верстати, інструменти, технологічні та контрольні пристрої, контрольно-вимірювальні засоби, системи числового програмного керування, приводи верстатних та робото-технічних систем</p> | <p>об'єкт діяльності: конструкції, машини, устаткування, механічні, зокрема біомеханічні і мехатронні, системи та комплекси, процеси їх конструювання, виготовлення, дослідження та експлуатації;</p> <p>цілі навчання: професійна діяльність в галузі проектування, виробництва, експлуатації та наукових досліджень технічних систем, машин і устаткування, робототехнічних засобів та комплексів, розробки технологій машинобудівних виробництв, викладацької діяльності;</p> <p>теоретичний зміст предметної області: закони механіки та їх прикладні застосування, теоретичні засади проектування, аналізу і оптимізації конструкцій та технологій виробництва машин, основи організації та проведення наукових досліджень механічних властивостей матеріалів, динаміки машин та процесів, механіки рідини і газів, деталей машин і конструкцій, моделювання та прогнозування експлуатаційних властивостей технічних систем;</p> <p>методи, методики та технології: аналітичні та чисельні методи проектування і розрахунку машин і конструкцій, математичного та комп'ютерного моделювання машин та механізмів; методики та технології натурного і віртуального технологічного експерименту; інформаційні технології в інженерних дослідженнях, проектуванні і виробництві; інструменти та обладнання: верстати, інструменти, технологічні та контрольні пристрої, контрольно-вимірювальні інформаційні системи, апаратне та програмне забезпечення дослідницьких верстатних та робото-технічних систем</p> |

Програмовані результати навчання для бакалаврів та магістрів, які потрібно брати до уваги при виборі індивідуальної траєкторії навчання [ 4 ]

| Бакалавр                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Магістр                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>вибирати та застосовувати для розв'язання задач прикладної механіки придатні математичні методи;</p> <p>використовувати знання теоретичних основ механіки рідин і газів, теплотехніки та електротехніки для вирішення професійних завдань;</p> <p>використовувати знання теоретичних основ механіки рідин і газів, теплотехніки та електротехніки для вирішення професійних завдань;</p> <p>виконувати розрахунки на міцність, витривалість, стійкість, довговічність, жорсткість деталей машин;</p> <p>оцінювати надійність деталей і конструкцій машин в процесі статичного та динамічного навантаження;</p> <p>виконувати геометричне моделювання деталей, механізмів і конструкцій у вигляді просторових моделей і проєкційних зображень та оформлювати результат у виді технічних і робочих креслень;</p> <p>створювати і теоретично обґрунтовувати конструкції машин, механізмів та їх елементів на основі методів прикладної механіки, загальних принципів конструювання, теорії взаємозамінності, стандартних методик розрахунку деталей машин;</p> <p>застосовувати нормативні та довідкові дані для контролю відповідності технічної документації, виробів і технологій стандартам, технічним умовам та іншим нормативним документам;</p> <p>знати і розуміти основи інформаційних технологій, програмування, практично використовувати прикладне програмне забезпечення для виконання інженерних розрахунків, обробки інформації та результатів експериментальних досліджень;</p> <p>знати та розуміти суміжні галузі (механіку рідин і газів, теплотехніку, електротехніку, електроніку) і вміти виявляти міждисциплінарні зв'язки прикладної механіки на рівні, необхідному для виконання інших вимог освітньої програми;</p> <p>знати конструкції, методики вибору і розрахунку, основи обслуговування і експлуатації приводів верстатного і робототехнічного обладнання;</p> <p>розуміти принципи роботи систем автоматизованого керування технологічним обладнанням, зокрема мікропроцесорних, вибрати та використовувати оптимальні засоби автоматизації ;</p> <p>навички практичного використання комп'ютеризованих систем проєктування (CAD), підготовки виробництва (CAM) та інженерних досліджень (CAE);</p> <p>оцінювати техніко-економічну ефективність виробництва;</p> <p>здійснювати оптимальний вибір обладнання та комплектацію технічних комплексів;</p> <p>враховувати при прийнятті рішень основні фактори техногенного впливу на навколишнє середовище і основні методи захисту довкілля, охорони праці та безпеки життєдіяльності;</p> <p>вільно спілкуватися з професійних питань усно і письмово державною та іноземною мовою, включаючи знання спеціальної термінології та навички міжособистісного спілкування.</p> | <p>застосовувати спеціалізовані концептуальні знання новітніх методів та методик проєктування, аналізу і дослідження конструкцій, машин та/або процесів в галузі машинобудування та суміжних галузях знань</p> <p>розробляти і ставити на виробництво нові види продукції, зокрема виконувати дослідно-конструкторські роботи та/або розробляти технологічне забезпечення процесу їх виготовлення;</p> <p>застосовувати системи автоматизації для виконання досліджень, проєктно-конструкторських робіт, технологічної підготовки та інженерного аналізу в машинобудуванні;</p> <p>використовувати сучасні методи оптимізації параметрів технічних систем засобами системного аналізу, математичного та комп'ютерного моделювання, зокрема за умов неповної та суперечливої інформації;</p> <p>самостійно ставити та розв'язувати задачі інноваційного характеру, аргументувати і захищати отримані результати та прийняті рішення</p> <p>розробляти, виконувати та оцінювати інноваційні проєкти з урахуванням інженерних, правових, екологічних, економічних та соціальних аспектів</p> <p>зрозуміло і недвозначно презентувати результати досліджень та проєктів, доносити власні висновки, аргументи та пояснення державною та іноземною мовами усно і письмово колегам, здобувачам освіти та представникам інших професійних груп різного рівня</p> <p>оволодівати сучасними знаннями, технологіями, інструментами і методами, зокрема через самостійне опрацювання фахової літератури, участь у науково-технічних та освітніх заходах</p> <p>організовувати роботу групи при виконанні завдань, комплексних проєктів, наукових досліджень, розуміти роботу інших, давати чіткі інструкції</p> <p>вести пошук необхідної інформації в науково-технічній літературі, електронних базах та інших джерелах, засвоювати, оцінювати та аналізувати цю інформацію</p> <p>розробляти управлінські та/або технологічні рішення за невизначених умов та вимог, оцінювати і порівнювати альтернативи, аналізувати ризики, прогнозувати можливі наслідки</p> |

Ці нормативні вимоги можуть дати належний результат лише при їх поєднанні з встановленими закономірностями змін сучасного машинобудування.

**Постановка задачі.** Для використання можливості вибору індивідуальної траєкторії навчання [2, 3] здобувач вищої освіти повинен мати певний, логічно обґрунтований алгоритм прийняття рішення на етапі мінімального власного досвіду у обраній спеціальності. В цьому випадку здобувач вищої освіти реалізує своє право опираючись на:

- власний досвід;
- поради фахівців;
- аналітичний огляд ринку праці у секторі машинобудування;
- Класифікатор професій (Національний класифікатор України) [5, 6].

Названі інформаційні компоненти мають певні недоліки, тому що вони є статичними документами, що не відображають динаміку змін (тренди) у сучасному машинобудуванні, не враховують вимоги Закону про інноваційний розвиток України [8], що є суттєвим для здобувача освіти, фахова діяльність якого почнеться через 4-5 років.

Вирішення задач отримання якісних результатів для всіх суб'єктів освітнього процесу може досягатись шляхом поєднання мотивації здобувача освіти і наданню інструментів вибору індивідуальної траєкторії навчання на підставі наявних трендів (закономірностей) змін сучасного машинобудування.

**Викладення матеріалу та результати.** На підставі наявних трендів (закономірностей) змін сучасного машинобудування [7] та систематизації досвіду та вимог роботодавців, виконаних на кафедрі технології машинобудування КНУ, встановлено, що відбувається створення та розвиток фахових середовищ, які змінюють логіку та алгоритм прийняття рішення щодо вибору індивідуальної траєкторії навчання з врахуванням особливостей наступних новітніх форм фахових середовищ для працевлаштування фахівців Спеціальності «Прикладна механіка», а саме:

- виробнича сфера машинобудування та ремонтного відновлення машин;
- заклади інжинірингової діяльності офісного або онлайн типу;
- сфера технічного сервісу (в т.ч. її інноваційне реформування) по забезпеченню експлуатаційної надійності і відновлення працездатності технічних систем;
- наукове обслуговування інноваційного розвитку машинобудування.

Успішна діяльність фахівців спеціальності «Прикладна механіка» в названих сферах, які відповідають новітнім трендам розвитку сучасного машинобудування досягається при спрямуванні освітніх зусиль на отримання відповідних компетенцій в кожній сфері:

виробнича сфера машинобудування та ремонтного відновлення машин, що потребує фахівців таких напрямків:

- інженерів-конструкторів підготовлених на базі найбільш досконалих світових CAD, CAE, PLM інструментів, інтеграції модулів комп'ютерних технологій в єдиному інформаційному просторі підприємства, проведення сертифікації та отримання індивідуальних ліцензій користувача в умовах сучасної лабораторії комп'ютерних технологій, що за рівнем оснащення відповідає кращим світовим зразкам;

- інженерів-технологів на базі найбільш досконалих світових CAM, CALS, PLM інструментів;
- інженерів-технологів-програмістів на базі найбільш досконалих світових систем моделювання та програмування процесів механічної обробки в умовах сучасної лабораторії систем ЧПК та верстатів для отримання здобувачем освіти кінцевого матеріального продукту всіх етапів проекту – деталі;

- інженерів-інструментальної підготовки виробництва на базі угод з провідними світовими виробниками і постачальниками інструментальних систем;

- інженерів підготовки заготівельного виробництва на базі найбільш досконалих світових програмних продуктів моделювання процесів заготівельного виробництва та 3-D друку для отримання здобувачем освіти кінцевого матеріального продукту всіх етапів проекту – заготовки;

- інженерів промислового дизайну на базі найбільш досконалих світових ArtCAM технологій з можливістю отримання здобувачем освіти кінцевого матеріального продукту всіх етапів проекту – 3-D просторових промислових зразків, товарних знаків та інш.;

- інженерів-механіків для виконання обов'язків по організації і виконання TOiP виробничих систем з використанням програмних засобів моделювання (Гольфстрім, Лоцман КД, PLM, Система 1-С Підприємство8.3) систем TOiP та виробничих процесів ремонтного відновлення, реінжинірингу об'єктів експлуатації, посиленням вивчення ремонтних технологій;

- інженерів-проектувальників механоскладальних дільниць та цехів;

- інженерів організаторів (керівників) виробничих процесів та діяльності машинобудівних та ремонтно-відновлювальних підприємств з використанням програмних засобів моделювання виробничих процесів;

- інженерів з реєстрації та правового забезпечення авторського права, патентних досліджень, патентної чистоти продукції виробництва, патентної чистоти ділових комунікацій, прав та комерційного використання об'єктів інтелектуальної власності;

- експерт інноваційного розвитку світового, державного, регіонального машинобудування

для обґрунтування трендів розвитку власного виробництва, рішень по організації, переобладнанню виробничих систем, вибору виробничих програм, визначення змісту і партнерів для ділових комунікацій;

менеджмент кадрового забезпечення виробництва на умовах функціонального аутстафінгу або аутсорсингу.

Заклади інжинірингової діяльності офісного або онлайн типу (довільної форми власності), в т.ч. з варіантами дистанційної, інформаційно-комунікативної співпраці з замовником на підставі власних, або отриманих на кафедрі технології машинобудування Криворізького національного університету, ліцензій і сертифікатів на право використання провідних розробників прикладного програмного забезпечення для вирішення наступних задач:

проектна діяльність, в т.ч. інформаційні технології, інформаційне забезпечення через хмарні сервіси;

програми та бізнес-проекти інженерної (технічної та конструкторсько-технологічної підготовки виробництва);

обґрунтування параметрів інструментального забезпечення виробництва;

вибір, випробування, обґрунтування, впровадження (підготовка користувачів) систем (параметри, комплектність) автоматизованного проектування, моделювання, програмування, інжинірингу об'єктів і процесів відповідно до задач підприємства замовника, комунікації з ліцензіатами, технічна підтримка програмних продуктів;

інтеграція модулів комп'ютерних технологій в єдиному інформаційному просторі підприємства.

Сфера технічного сервісу (в т.ч. її інноваційне реформування) по забезпеченню експлуатаційної надійності і відновлення працездатності технічних систем.

В названій сфері індивідуальні траєкторії навчання повинні бути орієнтовані на отримання надзвичайно актуальних компетенцій, а саме:

формування активів ремонтного сервісу (стаціонарні, мобільні, довільної форми власності). Створення і поєднання ЕКБ (електрона конструкторська база) конструкторських документів з ЕКБ ремонтної документації та правила їх використання у процесах КТПВ виробничих процесів ремонтного відновлення;

прискорена підготовка ЕКБ ремонтної документації при відсутності КД об'єктів ремонтного відновлення з використанням технологій та засобів (3-D сканери, трекери) для прототипування поверхонь, просторових форм обладнання. Вибір та підготовка програмного забезпечення для автоматизації всіх етапів інжинірингу виробничих процесів ремонтного відновлення, забезпечення інтеграції модулів комп'ютерних технологій в єдиному інформаційному просторі підприємства;

систематизація ремонтних технологій, технологій реінжинірингу поверхонь з орієнтацією на специфіку конструктивних форм, розмірно-габаритних параметрів, конструктивних матеріалів об'єктів ремонтного відновлення, зворотній інжиніринг як засіб автоматизації проектування та контролю складнопрофільних виробів;

впровадження тактики прискореної КТПВ виробничих процесів ремонтного відновлення на основі використання логістичного ланцюжка від дерева моделювання проектної 3-D моделі будови об'єктів гірничо-металургійного обладнання (проектний етап) до (на етапі експлуатації) автоматичного генезису ремонтних супроводів об'єктів гірничо-металургійного обладнання як об'єктів ремонтного відновлення (на підставі дерева будови наявно проектної 3-D моделі);

автоматизація життєвого циклу виробу за рахунок впровадження PLM/PDM-систем та моделювання (у т.ч. автоматичне) виробничих процесів ремонтного відновлення на принципах PLM технологій (на прикладі Лоцман PLM, Система 1-С, програмний комплекс НАВКОЛО та інші);

поєднання задач дослідження експлуатаційних властивостей (надійності) об'єктів гірничо-металургійного обладнання з коригуванням технологій їх ремонтного відновлення.

Наукове обслуговування інноваційного розвитку машинобудування. Мова йде про фахівців для науково-дослідних центрів, установ, лабораторій, що існують і створюються для вирішення найбільш актуальних задач машинобудування, як на державному, так і на приватному рівнях.

Індивідуальні траєкторії навчання для підготовки фахівців цієї сфери повинні передбачати отримання компетенцій працівника наукової установи (Стаття 5., Стаття 31. Посади наукових працівників Закону України про науково-технічну діяльність) [7].

Посади наукових працівників:

основними посадами наукових працівників наукових установ (їхніх філій, інших відокремлених підрозділів), наукових підрозділів юридичних осіб державної та інших форм власності є:

- керівник (президент, генеральний директор, генеральний конструктор, директор, начальник);
- заступник керівника (перший віце-президент, віце-президент, заступники генерального директора, генерального конструктора, директора, начальника) з наукової роботи;
- радник при дирекції наукової установи;
- член Президії Національної академії наук України або національної галузевої академії наук;
- радник Президії Національної академії наук України або національної галузевої академії наук;
- академік-секретар відділення (його заступники);
- головний учений секретар, учений секретар (їх заступники);
- керівник (завідувач, відповідальний секретар, головний редактор) та заступники керівника (завідувача, секретаря відповідального головного редактора) наукового підрозділу, наукового видавництва, редакції наукового видання;
- головний конструктор, головний інженер, головний технолог з основного напрямку діяльності наукової установи, організації, закладу та їх заступники;
- провідний конструктор, провідний інженер, провідний технолог з основного напрямку діяльності наукової установи, організації, закладу;
- провідний редактор наукового видавництва, періодичного наукового видання;
- головний науковий співробітник;
- провідний науковий співробітник;
- старший науковий співробітник;
- науковий співробітник;
- науковий співробітник-консультант;
- молодший науковий співробітник;
- докторант.

посади науково-педагогічних працівників визначаються відповідно до Закону України "Про вищу освіту".

**Висновки та напрямки подальших досліджень.** Світовий досвід показує, що у багатьох провідних державах збільшують роль спілки (Асоціації) роботодавців, які отримують у національних законодавствах (у США навіть в окремих штатах) повноваження визначення змісту освітньо-професійних програм, з правом проведення процедур акредитації і надання ліцензій на освітню діяльність закладам вищої освіти. Так досягається законодавче поєднання розуміння ЗВО закономірностей динамічних змін у машинобудуванні з ринковими вимогами до рекрутингу, що відображено у позиції стейк-холдера (машинобудівного профіля) до прогнозованого кадрового забезпечення фахових середовищ у машинобудуванні.

### *Список літератури*

1. Закон України «Про освіту» (Відомості Верховної Ради (ВВР), 2017, № 38-39, ст.380) [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19#Text>
2. Закон України «Про вищу освіту» від 01.07.2014 Відомості Верховної Ради. 2014. № 37, 38. [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1556-18#Text>
3. Національна рамка кваліфікацій [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/1341-2011-п>
4. Стандарт вищої освіти за спеціальністю 131 Прикладна механіка галузь знань 13 Механічна інженерія для першого (бакалаврського) рівня вищої освіти ( Наказ МОНУ №865 від 20.06.2019р.) [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/vishcha-osvita/zatverdzeni%20standarty/2019/06/25/131.prikladna.mekhanika-bakalavr-1.pdf>
5. Національний класифікатор України: «Класифікатор професій» ДК 003:2010 із Класифікатор професій із змінами, затвердженими наказом Міністерства економічного розвитку і торгівлі України від 18 серпня 2020 року № 1574. [Електронний ресурс] - Режим доступу: [https://hrliga.com/index.php?module=norm\\_base&op=view&id=433](https://hrliga.com/index.php?module=norm_base&op=view&id=433)
6. Перелік галузей знань і спеціальностей [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/266-2015-п>
7. Про внесення змін до постанови Кабінету Міністрів України від 30 грудня 2015 р. № 1187 ЛПЕНЗІЙНИ УМОВИ провадження освітньої діяльності. КАБІНЕТ МІНІСТРІВ УКРАЇНИ ПОСТАНОВА від 24 березня 2021 р. № 365 [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/365-2021-%D0%BF#Text>

8. ЗАКОН УКРАЇНИ «Про наукову і науково-технічну діяльність» (Відомості Верховної Ради (ВВР), 2016, № 3, ст.25)

9. **Кіяновський М.В.** Аналіз призначення рівня режимів різання за виробничими критеріями / Кіяновський М.В., Цивінда Н.І., Лаухіна Л.І., Чернявська О.В., Зуєв І.О. // Вісник Криворізького національного університету : зб. наук. праць. Кривий Ріг. - 2021. - Вип. 52. - С.54–58.

10. **Нечаєв В.П.** Вплив параметрів процесу плазмово-механічної обробки на якість поверхневого шару деталей / Нечаєв В.П., Рязанцев А.О., Чернявська О.В., Лаухіна Л.І., Лавриненко Д.О. // Вісник Криворізького національного університету : зб. наук. праць. - Кривий Ріг. - 2019. - Вип. 49. - С.105–112.

11. **Нечаєв В.П.** Вплив силового і теплового навантаження зуба фрези на стійкість леза при плазмово-механічному фрезеруванні деталей / Нечаєв В.П., Рязанцев А.О., Солодун О.О. // Вісник Криворізького національного університету : зб. наук. праць. - Кривий Ріг. - 2018. - Вип. 47. - С.149–153.

12. **Цивінда Н.І.** Аналіз вибору інструментального матеріалу для обробки важкооброблюємих матеріалів гірничого машинобудування/ Цивінда Н.І. // Вісник Криворізького національного університету : зб. наук. праць. - Кривий Ріг. - 2019. - Вип. 24. - С. 70-73

13. **Кіяновський М.В.** Вибір математичних моделей для ідентифікації та локалізації дефектів об'єктів експлуатації / Кіяновський М.В., Кіяновська Н.М. // Вісник Криворізького національного університету : зб. наук. праць. - Кривий Ріг. - 2022. - Вип. 55. - С. 82-88

Рукопис подано до редакції 27.02.24

УДК 330.44

Т.М. КОВАЛЬЧУК, канд. техн. наук, доц., Криворізький національний університет,  
В.А. КОВАЛЬЧУК, д-р техн. наук, проф., Академія гірничих наук України

## ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ КЛАСИЧНИХ МЕТОДІВ ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ ПРИ МОДЕЛЮВАННІ ЕКОНОМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

**Мета.** Основою підготовки здобувачів з такої фундаментальної дисципліни, як вища математика, є формування теоретичних і практичних навичок, що дозволяють знаходити оптимальні рішення завдань економічного спрямування. Тому, в залежності від складності поставленої задачі, пошук найбільш універсальних підходів з чіткими алгоритмами їх вирішення є основним напрямком її реалізації, що є метою даної статті.

**Методи дослідження.** Методи пізнання, які використано у статті, характеризуються їх наступністю і поєднані загальною багаторівневою методологією. Вони включають як загальнонаукові, так і спеціальні методи наук у рамках більш узагальнених філософських методів. Це дозволило узагальнити досвід наукових досліджень в цій галузі, проаналізувати та виокремити нагальні проблемні питання і сформулювати загальні висновки. У статті зокрема використано кореляційно-регресійні методи при наповненні економіко-математичних моделей з їх подальшим використанням у практиці реального виробництва.

**Наукова новизна** досліджень полягає у розширенні уявлень щодо побудови та процесу реалізації економіко-математичних моделей не тільки на основі математичного програмування, але й з використанням класичних математичних методів оптимізації, формуванні системи універсальних науково-методичних підходів до вирішення оптимізаційних задач економічного характеру.

**Практична значимість** результатів дослідження полягає у формуванні компетентностей з підготовки майбутніх фахівців у сфері економіки, їх усвідомленому виборі не тільки методів знаходження оптимальних рішень при економіко-математичному моделюванні економічних і виробничих процесів, але й в урахуванні специфіки наповнення таких моделей реальним змістом в залежності від поставленої задачі. Важливим є застосування набутих знань при вирішенні конкретних задач виробництва різних суб'єктів господарювання.

**Результати.** Основні одержані результати дослідження дозволяють засвоїти науково-методичні підходи до формування уявлень про побудову економіко-математичних моделей, їх взаємозв'язку з реальними задачами виробництва та, в цілому, покращити якість засвоєння інтегральної компетентності.

**Ключові слова:** економіко-математичне моделювання, математичні методи, оптимізація, виробничий процес, реалізація

doi: 10.31721/2306-5451-2024-1-58-15-22

**Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями.** Комплексний підхід здобувачів вищої освіти до вивчення основних розділів вищої математики базується на розумінні важливості їх практичного застосування як при засвоєнні фахових дисциплін, що у майбутньому будуть визначати якість підготовки і рівень їх кваліфікації як фахівців у сфері економіки, надає можливість їх подальшого кар'єрного зростання, що неможливе без уміння не тільки