

# АВТОМОБІЛЬНИЙ ТРАНСПОРТ

УДК 656:378.147:330

DOI <https://doi.org/10.32782/2521-6643-2026-2-72.43>

**Пристінський С. М.**, асистент кафедри автомобільного транспорту  
Криворізького національного університету  
ORCID: 0009-0000-2387-6601

**Максимова О. С.**, кандидат економічних наук,  
доцент з економіки, організації та управління підприємствами,  
доцент кафедри автомобільного транспорту  
Криворізького національного університету  
ORCID: 0000-0001-7253-0105

**Максимов С. В.**, кандидат економічних наук,  
доцент з економіки, організації та управління підприємствами,  
доцент кафедри автомобільного транспорту  
Криворізького національного університету  
ORCID: 0009-0000-2387-6601

## ІНТЕГРАЦІЯ ТЕХНІЧНОЇ ТА ЕКОНОМІЧНОЇ ПІДГОТОВКИ У ФОРМУВАННІ ПРОФЕСІЙНИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ

У статті досліджено проблему інтеграції технічної та економічної підготовки у процесі формування професійних компетентностей майбутніх фахівців автомобільного транспорту в умовах цифровізації, розвитку транспортної логістики та підвищення вимог до обґрунтованості управлінських рішень. На основі аналізу сучасних наукових досліджень встановлено, що існуючі освітні підходи здебільшого реалізують технічний і економічний компоненти підготовки відокремлено, що знижує ефективність формування інтегрованих компетентностей, необхідних для професійної діяльності у транспортній галузі. Запропоновано інтегровану компетентнісно-орієнтовану модель підготовки, яка базується на концепції багатовимірного освітнього простору та враховує синергетичну взаємодію навчальних дисциплін. Модель передбачає формалізацію процесу формування компетентностей через систему вагових коефіцієнтів і параметрів міждисциплінарної взаємодії, що дозволяє оцінювати рівень інтегрованості освітньої програми. Особливу роль у моделі відіграє транспортна логістика як інтеграційний компонент, що забезпечує поєднання технічних знань із економічними місленням у процесі прийняття професійних рішень. Запропоновано підхід до кількісного оцінювання ефективності підготовки на основі інтегрального показника, який враховує рівень сформованості технічних, економічних та інтегрованих компетентностей. Обґрунтовано практичну значущість моделі для оптимізації структури освітніх програм, підвищення якості підготовки та адаптації до потреб сучасного ринку транспортних послуг. Отримані результати можуть бути використані при розробленні та модернізації освітніх програм підготовки фахівців автомобільного транспорту.

Ключові слова: професійні компетентності, автомобільний транспорт, інтеграція підготовки, технічна підготовка, економічна підготовка, транспортна логістика, освітня модель, міждисциплінарні зв'язки.

**Prystynskiy S. M., Maksimova O. S., Maksimov S. V. Integration of technical and economic training in the formation of professional competencies of future road transport specialists**

The article addresses the problem of integrating technical and economic training in the formation of professional competencies of future automotive transport specialists under conditions of digitalization, development of transport logistics, and increasing requirements for economically justified decision-making. Based on the analysis of recent scientific studies, it has been established that existing educational approaches mostly implement technical and economic components separately, which reduces the effectiveness of forming integrated competencies required for professional activity in the transport sector. An integrated competency-based training model is proposed, grounded in the concept of a multidimensional educational space and taking into account the synergistic interaction of academic disciplines. The model provides a formalized representation of compe-



© С. М. Пристінський, О. С. Максимова, С. В. Максимов, 2026

Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

---

*tency formation through a system of weighting coefficients and interdisciplinary interaction parameters, enabling the assessment of the level of integration within an educational program. Transport logistics is identified as a key integrative component that ensures the connection between technical knowledge and economic reasoning in the process of professional decision-making. A quantitative approach to evaluating training effectiveness is introduced based on an integral indicator reflecting the levels of technical, economic, and integrated competencies. The practical significance of the proposed model lies in its applicability for optimizing curricula, improving training quality, and aligning educational outcomes with the needs of the modern transport services market. The results obtained can be applied in the design and modernization of educational programs for automotive transport specialists.*

*Key words: professional competencies, automotive transport, integration of training, technical training, economic training, transport logistics, educational model, interdisciplinary interaction.*

**Постановка проблеми.** Сучасна підготовка майбутніх фахівців автомобільного транспорту відбувається в умовах цифровізації, автоматизації, розвитку транспортної логістики та зростання вимог до економічної обґрунтованості професійних рішень. Водночас у наявних освітніх підходах технічна й економічна підготовка переважно реалізуються відокремлено, що ускладнює формування цілісних професійних компетентностей, необхідних для ефективної діяльності в сучасному транспортному середовищі. Це зумовлює потребу в науковому обґрунтуванні інтегрованого підходу до поєднання технічних та економічних складових підготовки в системі навчальних дисциплін.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** У сучасному масиві досліджень простежується стійке зміщення від вузько технократичного розуміння підготовки транспортних фахівців до компетентнісних, міждисциплінарних і галузево зорієнтованих моделей. Poschauko та колеги у праці [1] розглядають технічну професійну освіту для автомобільного сектору через кейс модульної програми Automotive Mechatronics у Graz University of Technology; фактично використано описовий кейс-аналіз освітньої програми з деталізацією структури курсу, логіки модулів, форм вправ, проектної роботи та підсумкового оцінювання. Вимірюваним результатом тут є не статистичний ефект навчання, а параметризована архітектура програми: 7 модулів по 5 днів, 8 навчальних одиниць на день, мінімум 75 % аудиторної присутності, модульні іспити для блоків 1–6 і проектна робота для модуля 7. Цінність цієї роботи полягає в тому, що вона показує реальний механізм поєднання фундаментів електротехніки, інформатики, мехатроніки, якості, моделювання та проектної діяльності, але економічна складова в ній присутня лише опосередковано через орієнтацію на потреби галузі, без окремого моделювання управлінсько-економічних компетентностей [1]. Torres-Rivera зі співавторами у джерелі [2] застосовують бібліометричний, тематичний і мережевий аналіз 338 публікацій SCOPUS за 2007–2024 рр. та виходять на рамку проектування міждисциплінарних освітніх програм; вимірюваними результатами тут стали кількість проаналізованих праць, тематичні кластери, патерни міжнародної співпраці та виявлені домени компетентностей. Дослідження переконливо обґрунтовує необхідність одночасного формування технічних, аналітичних і соціально-політичних умінь, що є дуже важливим для переходу від дисциплінарно розірваної підготовки до інтегрованої, однак транспортна специфіка та логіка професій автомобільної сфери в ньому не деталізовані [2]. Kargruber та колеги у роботі [3] поєднали аналіз літератури, аналіз вакансій, огляд наявних регіональних програм підготовки та воркшопи зі стейкхолдерами для визначення навчальних потреб у сфері циркулярної економіки й декарбонізації виробництва; вимірюваними результатами стали виявлені пріоритетні теми навчання: базові питання сталості, SDGs, цифровізація, life cycle assessment, законодавство, звітність, системи сталого менеджменту, а також акцент на практичних формах навчання і soft skills. Для проблематики професійної підготовки транспортників ця робота важлива тим, що демонструє метод перетворення потреб ринку й нормативного середовища на зміст навчання, але не відповідає на питання, як саме інтегрувати технічні та економічні модулі в єдину модель підготовки фахівця галузі автомобільного транспорту [3].

Arueyingho та співавтори у статті [4] використали якісне дослідження 50 професіоналів Smart Local Energy Systems і на основі їхніх кар'єрних траєкторій описали шляхи професійного зростання, чинники розвитку та рекомендації для роботодавців, політиків, провайдерів навчання й акредитаційних структур. Вимірюваним результатом стали не тільки самі 50 інтерв'ю, а й реконструйовані кар'єрні патерни та набір дій для різних акторів системи підготовки кадрів. Хоч дослідження належить до енергетичного, а не транспортного контексту, воно важливе тим, що переконливо доводить: сучасна професійна компетентність формується не як сума дисциплін, а як траєкторія перетину технічних, аналітичних, організаційних і політико-управлінських функцій; водночас галузевий зміст автомобільного транспорту тут відсутній [4]. Pronello у джерелі [5] виконує широкий аналітичний огляд впливу AI та GenAI на транспортну робочу силу, синтезуючи попередні дослідження, прогнози міжнародних організацій та політичні документи. Вимірювані результати тут подані як індикативні оцінки масштабу змін: 50,9 % транспортних робочих місць можуть бути автоматизовані за оцінкою Європейської Комісії, сектор транспорту і складування визначається як другий за вразливістю до автоматизації, а зсув у бік upskilling, reskilling і lifelong learning називається ключовим механізмом адаптації. Сильна сторона дослідження полягає в прив'язці технологічного прогресу до потреб у нових профілях компетентностей, однак воно залишається на макрорівні політики й ринку праці, не переходячи до дизайну

---

дисциплін або до структури інтегрованої підготовки в закладах освіти [5]. Almeida у роботі [6] застосовує якісний контент-аналіз у поєднанні з порівняльним аналізом документів європейських рамок кібербезпекових навичок; вимірюваним результатом виступає не експеримент, а зіставлення компетентнісних структур, таксономій і логіки опису ролей. Для транспортної освіти значення цієї праці полягає в методології: вона показує, як можна системно зіставляти різні рамки компетентностей та виводити узгоджений профіль навичок, однак сама предметна область кібербезпеки не покриває економіку транспорту, логістику та маркетингові аспекти професій автомобільного профілю [6].

Найближчими до заявленої тематики є дослідження, що безпосередньо працюють на перетині транспорту, логістики та автомобільної галузі. Turienzo та колеги у статті [7] застосували змішану методологію, де якісна стратегія була підкріплена кількісним компонентом, і дійшли висновку, що конкурентоспроможність регіонів та ціннісних ланцюгів істотно залежить від наявності кваліфікованих логістичних кадрів; серед вимірюваних результатів у тексті фігурують виявлені закономірності впливу ринку праці на відносини між логістичними сервісними провайдерами та промисловими компаніями, а також висновок про необхідність узгодження підготовки з потребами ринку праці. Це дослідження є надзвичайно корисним, бо виводить кадрову проблему з площини суто освіти в площину міжфірмових рішень і ринкової влади, але не пропонує моделі синхронізації технічної, логістичної та економічної підготовки в межах навчальних дисциплін [7]. Leutheuser зі співавторами у праці [8] використали двоетапний mixed-methods дизайн: спершу 44 експертні інтерв'ю та огляд літератури для виокремлення дев'яти ключових потенціалів стійкого smart manufacturing, а потім онлайн-опитування 68 учасників для аналізу причинно-наслідкових зв'язків. Вимірюваним результатом стала ідентифікація employee qualification як найсильнішого важеля, що впливає на інші економічні, екологічні та соціальні параметри системи. Це вагоме підтвердження того, що компетентність працівника не є похідною від техніки, а навпаки виступає системоутворювальним фактором; однак дослідження не деталізує галузеві профілі саме автомобільно-транспортної освіти [8]. Gąsiorok у роботі [9] провела анкетування 63 експертів транспортної галузі, з них 43 практиків і 20 викладачів, використавши відкриті й закриті питання та п'ятибальну шкалу Лайкерта; для порівняння оцінок застосовано критерій Манна–Вітні. Вимірювані результати є особливо цінними: було встановлено, що технічні та цифрові компетентності дві групи оцінюють загалом подібно, але soft skills у середньому оцінюються навіть вище, а серед критично важливих домінують problem solving, critical thinking, openness to new technologies, adaptability та готовність до роботи з AI і кіберфізичними системами. Це вже майже прямий доказ того, що майбутня транспортна освіта має будуватися на інтеграції технічного ядра з когнітивними та організаційними компетентностями; втім економічний блок у цьому дослідженні не розгорнутий окремо [9]. Mejía Dorantes та Allen у джерелі [10] виконали огляд майбутнього транспортного ринку праці в ЄС і показали, що сектор стикається з дефіцитом кваліфікованих кадрів, гендерним дисбалансом, неоптимальними умовами праці та нагальною потребою в довгострокових програмах reskilling/upskilling. Вимірювані результати представлені у вигляді систематизованих оглядових висновків: національні системи освіти мають адаптуватися до майбутніх навичок і lifelong learning, а для вироблення адекватних рішень бракує детальнішої та оновленої статистики. Для формування сучасного образу майбутнього фахівця автомобільного транспорту ця робота важлива, але вона теж не переходить від макроогляду ринку до конкретної інтегрованої моделі навчальних дисциплін [10]. Felser та Wynn у статті [11] використали якісне індуктивне кейс-дослідження німецької автомобільної галузі на основі 19 напівструктурованих інтерв'ю з IT-керівниками OEM, Tier-1 постачальників і консультантів. Вимірювані результати тут достатньо чіткі: виділено шість зон дефіциту знань – software development, data analytics, software architecture, cybersecurity and IT governance, sourcing management, cloud/platform/ecosystem skills, а також показано частоту згадування цих дефіцитів в інтерв'ю. Праця надзвичайно сильна тим, що фіксує реальні компетентнісні лакуни автомобільної індустрії в цифрову епоху, проте з освітньої точки зору вона зосереджена на корпоративному подоланні дефіциту через retraining, recruitment і partnerships, а не на курикулувному інтегуванні технічних та економічних компонентів у базовій підготовці [11].

Дослідження логістично-освітнього напрямку ще чіткіше демонструють рух до інтегрованих компетентнісних моделей. Pachet та колеги у статті [12] поєднали огляд літератури, концептуальне моделювання та попереднє емпіричне дослідження впливу компетентностей на job performance і job satisfaction для створення competence profile industrial logistics engineer. Вимірюваним результатом став сам профіль, розкладений на спеціальні, трансверсальні, внутрішньоособистісні, методологічні та міжособистісні компетентності, а також висновок про зв'язок компетентнісної орієнтації з індивідуальними результатами праці. Це одна з найцінніших робіт для розроблення інтегрованої моделі, бо вона фактично показує, як переводити вимоги Industry 5.0 у структуру компетентностей; її слабкість лише в тому, що об'єктом є industrial logistics engineering education, а не автомобільний транспорт як освітній комплекс із технічним та економічним блоками [12]. Pacheco-Velazquez зі співавторами у праці [13] використали qualitative content analysis, спираючись на Asteraceae framework, шість напівструктурованих інтерв'ю з експертами з індустрії та академії, подальше кодування в Atlas.ti і частотний аналіз. Вимірюваними результатами стали п'ять ключових вимірів освітніх симуляторів для логістики Industry 4.0: technological adaptability, educational objectives, industry-specific elements, user experience, reasoning skills, а також вимога інтегрувати в симуляцію data analytics,

---

strategic management, operations i performance metrics. Тут особливо важливо, що дослідження прямо говорить про багатодисциплінарність як умову якісної логістичної освіти, але ця багатодисциплінарність поки зосереджена на технологіях і менеджменті рішень, а не на повноцінному поєднанні технічної та економічної підготовки майбутнього транспортника [13]. Zhang та колеги у роботі [14] застосували структурний аналіз системи навчального плану транспортної спеціальності на основі моделі DEMATEL-AISM і побудували ієрархічну топологічну карту курикулуму на прикладі Liaocheng University. Вимірюваний результат полягає у створенні структури навчального плану, яка, за висновком авторів, краще відповідає цілям підготовки й критеріям engineering education accreditation. Ця праця дуже важлива для курикулумної логіки, оскільки показує, як структурно пов'язувати курси та результати навчання, однак вона працює переважно в площині інженерної акредитації і майже не розробляє економічну підсистему транспортної підготовки [14].

Українські праці додають безпосередню галузеву конкретику. Волошин у джерелі [15] пропонує модель формування професійної компетентності майбутніх механіків автомобільного транспорту в закладах професійної освіти; з аналізованого фрагмента видно, що автор структурує результативний блок через критерії, показники й чотири рівні сформованості, а методичний блок спирає на проблемне, проектне, інтерактивне та ІТ-навчання. Вимірюваним результатом є саме модель з мотиваційно-ціннісним, діяльним, організаційним та особистісно-рефлексивним компонентами й чотири рівнями сформованості компетентності. Для транспортної педагогіки це дуже релевантна основа, але дослідження зорієнтоване насамперед на професійну підготовку механіків і не розгортає економічний зміст підготовки [15]. Kuchma зі співавтором у статті [16] використовують аналіз, узагальнення, моделювання змісту професійних компетентностей і вивчення педагогічного досвіду дистанційної взаємодії; вони визначають професійну компетентність майбутніх фахівців автотранспортного профілю як інтегративну динамічну характеристику, що охоплює спеціальні знання, практичні вміння, навички у сфері транспорту та інформаційних технологій, особистісні якості, а також описують форми навчання – від академічної та квазіпрофесійної до позааудиторної самостійної діяльності. Вимірюваний результат тут не експериментальний, а концептуально-структурний: виділено науково-дослідницьку, організаційно-управлінську, проектувальну, виробничо-технологічну та сервісно-експлуатаційну складові компетентності. Ця робота важлива тим, що вже містить реальне зближення транспорту, ІТ та управлінських функцій, але економічна підготовка як окремий навчальний контур знову лишається недоопрацьованою [16]. Лебідь у дослідженні [17] здійснює системний аналіз стану розробленості проблеми підготовки бакалаврів з транспортних технологій у закладах вищої технічної освіти України; вимірюваним результатом є кількісний аналіз дисертацій і виокремлення чотирьох основних проблем: фрагментарність неперервної освіти, слабка інтеграція формальної/неформальної/інформальної освіти, невідповідність освітніх програм вимогам ринку праці та обмежені зв'язки з реальним сектором економіки. Це, по суті, найближче до постановки системної проблеми, однак навіть тут не запропоновано механізму інтеграції технічних і економічних компонентів у межах конкретних дисциплінарних зв'язків [17].

Узагальнення проаналізованих джерел дає підстави відповісти на перше ключове запитання – які питання залишилися невирішеними. По-перше, майже всі автори визнають потребу в нових компетентностях, але переважно описують або технічні, або загальнопрофесійні, або управлінсько-ринкові аспекти окремо; цілісна схема поєднання технічної та економічної підготовки в одному освітньому контурі фактично відсутня. По-друге, частина праць працює на макрорівні ринку праці, політики чи технологічного переходу, не доходячи до рівня конкретної побудови дисциплін і міждисциплінарних зв'язків. По-третє, навіть у роботах, де вже є компетентнісні профілі або моделі, вони або галузєво зміщені в бік логістики, цифрового виробництва, кібербезпеки чи енергетики, або не включають економіку транспорту, маркетинг і логіку прийняття господарських рішень як повноправні елементи професійної підготовки. По-четверте, бракує робіт, у яких було б емпірично перевірено, як саме поєднання технічних дисциплін із курсами економіки транспорту, транспортної логістики та маркетингової діяльності впливає на формування інтегральних професійних компетентностей майбутніх фахівців автомобільного транспорту. Об'єктивні причини цього полягають у високій динаміці технологічних змін у транспорті та автомобільній галузі, через що освітні дослідження не встигають за трансформацією ринку праці; у різноманітності самої професійної діяльності, де технічні, логістичні, цифрові, сервісні та економічні функції довго розвивалися як окремі домени; а також у складності вимірювання інтегрованих компетентностей, коли результат не зводиться до одного тесту чи однієї дисципліни. Суб'єктивними причинами можна вважати традиційну дисциплінарну інерцію освітніх програм, домінування або інженерного, або педагогічного, або економічного підходу без їх повноцінного синтезу, а також схильність авторів описувати окремі успішні кейси, не переходячи до універсалізованих моделей.

Отже, локальні проблеми, виявлені в кожному джерелі, складаються в одну узагальнену невирішену проблему: сучасні дослідження достатньо переконливо доводять необхідність оновлення компетентнісного профілю транспортних і автомобільних фахівців в умовах цифровізації, автоматизації, декарбонізації та трансформації ринку праці, проте поки не сформовано цілісної науково обґрунтованої моделі, яка б системно інтегрувала технічну підготовку з економічною в структурі навчальних дисциплін і забезпечувала формування вимірюваних професійних компетентностей майбутніх фахівців автомобільного транспорту. Саме з цієї невирішеної проблеми логічно випливає потреба у розробленні узагальненої інтегрованої моделі, що

поєднує технічний, логістичний, економічний і маркетинговий компоненти підготовки на рівні змісту, методів, форм навчання та очікуваних результатів.

**Метою статті** є теоретичне обґрунтування та розробка узагальненої інтегрованої моделі поєднання технічної та економічної підготовки у навчальних дисциплінах для формування професійних компетентностей майбутніх фахівців автомобільного транспорту.

**Виклад основного матеріалу.** У контексті виявленої невирішеної проблеми фрагментарності технічної та економічної підготовки доцільним є перехід від декларативного поєднання навчальних дисциплін до формалізованого моделювання процесу формування професійних компетентностей. З цією метою у роботі запропоновано інтегровану компетентнісно-орієнтовану модель підготовки майбутніх фахівців автомобільного транспорту, яка базується на концепції багатовимірного освітнього простору та враховує синергетичну взаємодію технічних і економічних складових навчального процесу.

Сутність моделі полягає у представленні освітньої програми як системи взаємопов'язаних дисциплін, кожна з яких генерує певний вклад у формування вектору професійних компетентностей. Формально множина навчальних дисциплін визначається як  $D = \{d_1, d_2, \dots, d_n\}$ , де підмножини  $D_T$ ,  $D_E$  та  $D_I$  відповідають відповідно технічним, економічним та інтеграційним дисциплінам. Кожній дисципліні  $d_i$  ставиться у відповідність вектор компетентностей  $c_i \in R$ , компоненти якого відображають рівень сформованості ключових професійних характеристик, зокрема технічної, аналітичної, економічної, управлінської та цифрової.

Інтегрована компетентність випускника визначається як зважена агрегація внесків окремих дисциплін із урахуванням їхньої взаємодії:

$$C^* = \sum_{i=1}^n w_i c_i + \sum_{i \neq j} \gamma_{ij} \cdot f(c_i, c_j), \quad (1)$$

де  $w_i$  – вагові коефіцієнти дисциплін, а  $\gamma_{ij}$  – коефіцієнти міждисциплінарної синергії, що відображають інтенсивність інтеграційних зв'язків між технічними та економічними компонентами. Функція  $f(\cdot)$  інтерпретується як оператор трансформації знань, який забезпечує перехід від ізольованого володіння знаннями до здатності їх комбінованого застосування в умовах професійної діяльності, зокрема при прийнятті економічно обґрунтованих технічних рішень у транспортних системах.

Концептуальна структура моделі подана на рис. 1, де відображено три ключові підсистеми: технічну, економічну та інтеграційну. Технічна підсистема включає дисципліни, орієнтовані на вивчення конструкції, експлуатації та діагностики транспортних засобів, економічна – курси з економіки транспорту, маркетингу та управління, тоді як інтеграційна підсистема (передусім транспортна логістика) виконує роль функціонального зв'язуючого елемента.

Для більш глибокого формалізованого представлення взаємодії дисциплін у моделі використано графову інтерпретацію (рис. 2), де вершини відповідають окремим дисциплінам, а ребра – інтенсивності міждисциплінарних зв'язків  $\gamma_{ij}$ . Такий підхід дозволяє не лише візуалізувати структуру освітньої програми, але й оцінити ступінь її інтегрованості. Зокрема, максимальні значення  $\gamma_{ij}$  спостерігаються між дисциплінами

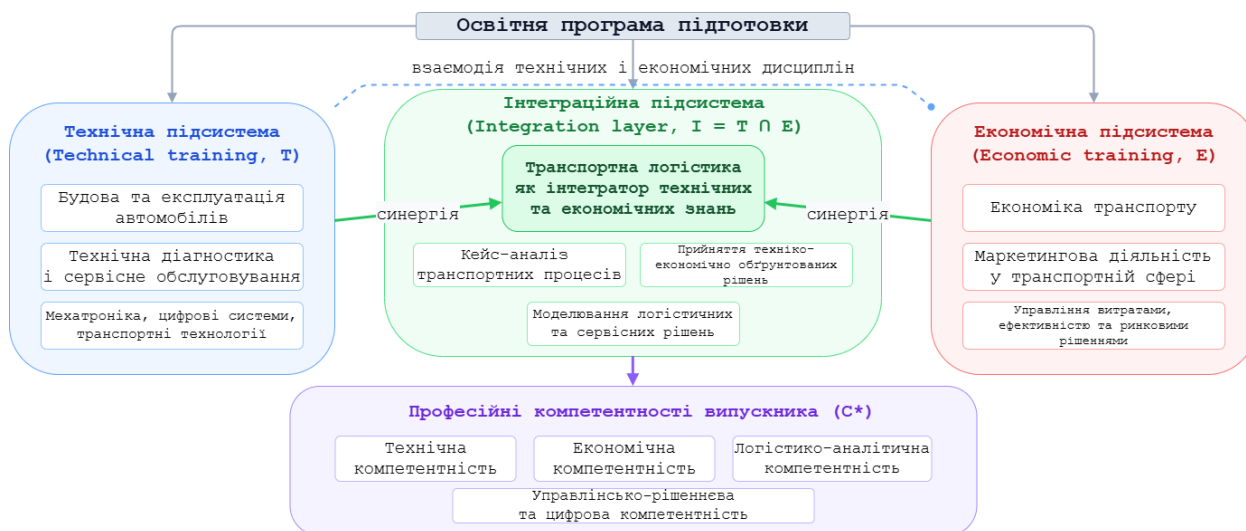


Рис. 1. Схема інтегрованої моделі підготовки фахівців автомобільного транспорту

«транспортна логістика», «економіка транспорту» та «технічна експлуатація автомобілів», що відображає їхню ключову роль у формуванні інтегрованих компетентностей.

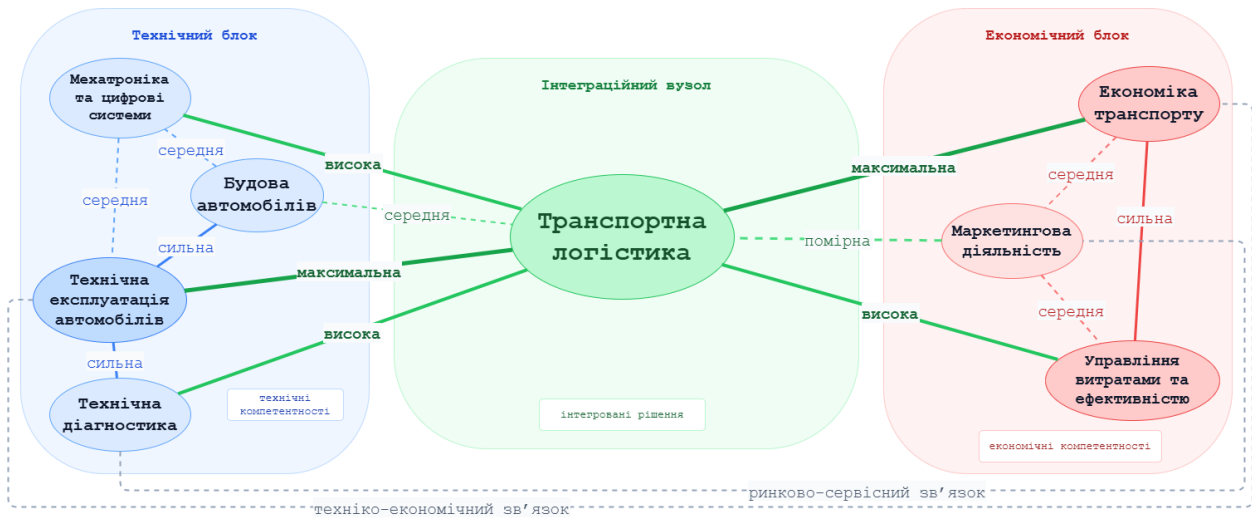


Рис. 2. Граф синергії навчальних дисциплін у структурі освітньої програми

З позиції системного аналізу технічна та економічна підготовка формують відповідні підпростори  $T$  та  $E$  у просторі компетентностей, тоді як їх перетин  $I = T \cap E$  визначає область інтегрованих компетентностей, які є критично важливими для професійної діяльності в галузі автомобільного транспорту. Саме ця область відповідає здатності майбутнього фахівця приймати комплексні рішення, що враховують як технічні параметри транспортних систем, так і економічні обмеження, зокрема витрати, ефективність та ринкові умови.

Для оцінювання ефективності освітньої програми введено інтегральний показник якості підготовки:

$$Q = \alpha \cdot \|T\| + \beta \cdot \|E\| + \delta \cdot \|I\|, \quad (2)$$

де коефіцієнти  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\delta$  визначають вагомість відповідних компонентів, причому умова  $\delta > \alpha$ ,  $\beta$  відображає пріоритет інтегрованих компетентностей. Практична реалізація оцінювання передбачає нормалізацію результатів навчання за шкалою  $[0;1]$  на основі тестування, виконання кейсів та проектної діяльності.

Процес формування компетентностей у межах запропонованої моделі має поетапний характер, що відображено на рис. 3. Вхідними даними є базові знання, отримані в рамках технічних і економічних дисциплін, які через систему навчальних активностей (лекції, лабораторні роботи, кейс-аналізи, симуляції) трансформуються в інтегровані компетентності. Особливу роль у цьому процесі відіграють міждисциплінарні завдання, орієнтовані на прийняття рішень у логістичних системах.

Якісний аналіз моделі показує, що збільшення коефіцієнтів синергії  $\gamma_{ij}$  призводить до зростання інтегрального показника  $Q$ , що свідчить про підвищення ефективності підготовки. Зокрема, інтеграція технічних дисциплін із курсами транспортної логістики та економіки дозволяє сформувати компетентності, які не можуть бути отримані в межах окремих дисциплін. Це підтверджує доцільність переходу від лінійної до мережевої моделі освітнього процесу.

Наукова новизна запропонованої моделі полягає у поєднанні компетентнісного підходу з елементами математичного моделювання та теорії систем, що дозволяє формалізувати процес інтеграції технічної та економічної підготовки. На відміну від існуючих підходів, у яких інтеграція має переважно декларативний характер, запропонована модель вводить кількісні параметри взаємодії дисциплін та дозволяє оцінювати ефективність різних варіантів освітніх програм.

Практична значущість моделі полягає у можливості її використання для оптимізації структури навчальних планів, визначення пріоритетних міждисциплінарних зв'язків та підвищення відповідності підготовки вимогам сучасної транспортної галузі. Зокрема, модель може бути застосована при розробленні освітніх програм спеціальностей автомобільного транспорту, а також при адаптації існуючих програм до умов цифровізації та розвитку транспортної логістики.



Рис. 3. Діаграма формування професійних компетентностей

**Висновки та перспективи.** У статті теоретично обґрунтовано доцільність інтеграції технічної та економічної підготовки у формуванні професійних компетентностей майбутніх фахівців автомобільного транспорту. На основі аналізу сучасних досліджень встановлено, що наявні підходи переважно розглядають технічний, логістичний або економічний компоненти підготовки відокремлено, що не забезпечує формування цілісної системи професійних компетентностей. У результаті дослідження запропоновано узагальнену інтегровану модель, у якій технічні та економічні дисципліни поєднуються через інтеграційний контур, представлений насамперед транспортною логістикою, а також через систему міждисциплінарних зв'язків, професійно орієнтованих завдань і критеріїв оцінювання результатів навчання. Наукова новизна одержаних результатів полягає у формалізації синергетичної взаємодії технічної та економічної складових підготовки та у запропонованому підході до їх оцінювання в межах єдиного компетентнісного простору. Практичне значення роботи полягає у можливості використання запропонованої моделі для вдосконалення освітніх програм, балансування змісту навчальних дисциплін і підвищення відповідності підготовки майбутніх фахівців актуальним потребам транспортної галузі. Перспективи подальших досліджень полягають в апробації моделі в реальному освітньому процесі, розробленні системи кількісних індикаторів оцінювання інтегрованих компетентностей, а також у перевірці ефективності моделі на різних освітніх програмах підготовки фахівців автомобільного транспорту.

#### Список використаних джерел:

1. Poschauko V. C., Kreuzer E., Hirz M., Pacher C. Engineering Education goes Lifelong Learning: Modularized Technical Vocational Education and Training Program for the Automotive Sector. *Procedia Computer Science*. 2024. Т. 232. С. 1799–1808. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.02.002>
2. Torres-Rivera A. D., Guevara-Valdez J. A., Cruz-Morales V. Energy transition and sustainability education: Bibliometric insights for holistic graduate program design. *Energy Strategy Reviews*. 2025. Т. 59. 101768. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.esr.2025.101768>
3. Kargruber J., Golser M., Hofer A., Rauch E. Determining Training Needs to Promote Circular Economy and Decarbonization in Production. *Procedia Computer Science*. 2025. Т. 253. С. 1144–1153. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2025.01.176>
4. Arueyingho O., Chitchyan R., Bird C. Career progression and skills in Smart Local Energy Systems. *Applied Energy*. 2023. Т. 349. 121596. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2023.121596>
5. Pronello C. Artificial intelligence and its impact on the current and future transport workforce: policies and research to bridge the gaps and foster cooperation versus competition between countries. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*. 2026. Т. 36. 101802. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.trip.2025.101802>
6. Almeida F. Comparative analysis of EU-based cybersecurity skills frameworks. *Computers & Security*. 2025. Т. 151. 104329. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cose.2025.104329>
7. Turienzo J., Castro-Rodríguez F., Giménez E. L. Logistics empowerment in the automotive sector: Evolution of the labor market as a decision-making element in the inter-business relationship. *Social Sciences & Humanities Open*. 2025. Т. 12. 102100. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2025.102100>

- 
8. Leutheuser V., Müller J. M., Voigt K.-I. The role of human interoperability in achieving sustainable smart manufacturing. *Journal of Manufacturing Technology Management*. 2025. Т. 36, № 9. С. 197–220. DOI: <https://doi.org/10.1108/jmtm-12-2024-0724>
  9. Gašiorek K. Key competences for Transport 4.0 – Educators’ and Practitioners’ opinions. *Open Engineering*. 2022. Т. 12, № 1. С. 51–61. DOI: <https://doi.org/10.1515/eng-2022-0009>
  10. Mejía Dorantes L., Allen H. A review of the future transport labour market: An EU approach. *European Transport Studies*. 2024. Т. 1. 100007. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ets.2024.100007>
  11. Felser K., Wynn M. Managing the Knowledge Deficit in the German Automotive Industry. *Knowledge*. 2023. Т. 3, № 2. С. 180–195. DOI: <https://doi.org/10.3390/knowledge3020013>
  12. Pacher C., Woschank M., Zunk B. M. The Role of Competence Profiles in Industry 5.0-Related Vocational Education and Training: Exemplary Development of a Competence Profile for Industrial Logistics Engineering Education. *Applied Sciences*. 2023. Т. 13, № 5. Ст. 3280. DOI: <https://doi.org/10.3390/app13053280>
  13. Pacheco-Velazquez E., Rodes-Paragarino V., Marquez-Uribe A. Exploring educational simulation platform features for addressing complexity in Industry 4.0: a qualitative analysis of insights from logistics experts. *Frontiers in Education*. 2024. Т. 9. DOI: <https://doi.org/10.3389/educ.2024.1331911>
  14. Zhang L., Bao C., Guo H., Zhao G. Structure Analysis Research of Transportation Major Curriculum System in Application-Oriented Universities under the Perspective of Engineering Education Accreditation. *Education Sciences*. 2022. Т. 12, № 11. Ст. 818. DOI: <https://doi.org/10.3390/educsci12110818>
  15. Волошин А. Формування професійної компетенції майбутніх механіків автомобільного транспорту в закладах професійної (професійно-технічної) освіти. *Zenodo*. 2024. DOI: <https://doi.org/10.5281/ZENODO.13730028>
  16. Kuchma O., Filatov S. Formation of professional competences of future motor vehicle profile specialists with the use of technologies of distance learning interaction. *Bulletin of Alfred Nobel University Series “Pedagogy and Psychology”*. 2022. № 2 (24). С. 181–190. DOI: <https://doi.org/10.32342/2522-4115-2022-2-24-19>
  17. Лебідь І. Аналіз стану розробленості проблеми професійної підготовки бакалаврів з транспортних технологій в закладах вищої технічної освіти України. *Education. Innovation. Practice*. 2025. Т. 13, № 9. С. 65–73. DOI: <https://doi.org/10.31110/2616-650x-vol13i9-009>

#### References:

1. Poschauko, V. C., Kreuzer, E., Hirz, M., & Pacher, C. (2024). Engineering education goes lifelong learning: Modularized technical vocational education and training program for the automotive sector. *Procedia Computer Science*, 232, 1799–1808. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.02.002>
2. Torres-Rivera, A. D., Guevara-Valdez, J. A., & Cruz-Morales, V. (2025). Energy transition and sustainability education: Bibliometric insights for holistic graduate program design. *Energy Strategy Reviews*, 59, 101768. <https://doi.org/10.1016/j.esr.2025.101768>
3. Kargruber, J., Golser, M., Hofer, A., & Rauch, E. (2025). Determining training needs to promote circular economy and decarbonization in production. *Procedia Computer Science*, 253, 1144–1153. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2025.01.176>
4. Arueyingho, O., Chitchyan, R., & Bird, C. (2023). Career progression and skills in smart local energy systems. *Applied Energy*, 349, 121596. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2023.121596>
5. Pronello, C. (2026). Artificial intelligence and its impact on the current and future transport workforce: Policies and research to bridge the gaps and foster cooperation versus competition between countries. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 36, 101802. <https://doi.org/10.1016/j.trip.2025.101802>
6. Almeida, F. (2025). Comparative analysis of EU-based cybersecurity skills frameworks. *Computers & Security*, 151, 104329. <https://doi.org/10.1016/j.cose.2025.104329>
7. Turienzo, J., Castro-Rodríguez, F., & Giménez, E. L. (2025). Logistics empowerment in the automotive sector: Evolution of the labor market as a decision-making element in the inter-business relationship. *Social Sciences & Humanities Open*, 12, 102100. <https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2025.102100>
8. Leutheuser, V., Müller, J. M., & Voigt, K.-I. (2025). The role of human interoperability in achieving sustainable smart manufacturing. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 36(9), 197–220. <https://doi.org/10.1108/jmtm-12-2024-0724>
9. Gašiorek, K. (2022). Key competences for transport 4.0 – Educators’ and practitioners’ opinions. *Open Engineering*, 12(1), 51–61. <https://doi.org/10.1515/eng-2022-0009>
10. Mejía Dorantes, L., & Allen, H. (2024). A review of the future transport labour market: An EU approach. *European Transport Studies*, 1, 100007. <https://doi.org/10.1016/j.ets.2024.100007>
11. Felser, K., & Wynn, M. (2023). Managing the knowledge deficit in the German automotive industry. *Knowledge*, 3(2), 180–195. <https://doi.org/10.3390/knowledge3020013>
12. Pacher, C., Woschank, M., & Zunk, B. M. (2023). The role of competence profiles in Industry 5.0-related vocational education and training: Exemplary development of a competence profile for industrial logistics engineering education. *Applied Sciences*, 13(5), 3280. <https://doi.org/10.3390/app13053280>

- 
13. Pacheco-Velazquez, E., Rodes-Paragarino, V., & Marquez-Urbe, A. (2024). Exploring educational simulation platform features for addressing complexity in Industry 4.0: A qualitative analysis of insights from logistics experts. *Frontiers in Education*, 9. <https://doi.org/10.3389/educ.2024.1331911>
14. Zhang, L., Bao, C., Guo, H., & Zhao, G. (2022). Structure analysis research of transportation major curriculum system in application-oriented universities under the perspective of engineering education accreditation. *Education Sciences*, 12(11), 818. <https://doi.org/10.3390/educsci12110818>
15. Voloshyn, A. (2024). *Formuvannia profesiinoi kompetentsii maibutnikh mekhanikiv avtomobilnoho transportu v zakladakh profesiinoi (profesiino-tekhnichnoi) osvity*. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.13730028>
16. Kuchma, O., & Filatov, S. (2022). Formation of professional competences of future motor vehicle profile specialists with the use of technologies of distance learning interaction. *Bulletin of Alfred Nobel University Series "Pedagogy and Psychology"*, 2(24), 181–190. <https://doi.org/10.32342/2522-4115-2022-2-24-19>
17. Lebid, I. (2025). Analiz stanu rozroblenosti problemy profesiinoi pidhotovky bakalavriv z transportnykh tekhnolohii v zakladakh vyshchoi tekhnichnoi osvity Ukrainy. *Education. Innovation. Practice*, 13(9), 65–73. <https://doi.org/10.31110/2616-650x-vol13i9-009>

Дата першого надходження статті до видання: 23.03.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 20.04.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 30.05.2026