

Kyiv University of Aviation and
Information Technologies (Kyiv, Ukraine)
Publishing House Education and Science (Prague, Czech Republic)
Newcastle University Business School (Newcastle, Great Britain)
Berlin University of Economics and Law (Berlin, Germany)
Public organization "Association of Scientists
of Ukraine" (Kyiv, Ukraine)

Cross-Disciplinary Studies in Science, Innovation and Social Development

Volume VIII

Praha, České republika 2026

**Kyiv University of Aviation and
Information Technologies (Kyiv, Ukraine)
Publishing House Education and Science (Prague, Czech Republic)
Newcastle University Business School (Newcastle, Great Britain)
Berlin University of Economics and Law (Berlin, Germany)
Public organization "Association of Scientists
of Ukraine" (Kyiv, Ukraine)**

Cross-Disciplinary Studies in Science, Innovation and Social Development

Volume VIII

Praha, České republika 2026

ISBN 978-80-909811-2-6 (soubor)

UDK 004.8:351.86:378:159.9

Recommended for publication by the Academic Council of the Kyiv University of Aviation and Information Technologies (Protocol No. 6/2026 of March 25, 2026)

Vydavatel:

Publishing house Education and Science s.r.o. IČO : 271 56 877. Frýdlanská 15/1314 , Praha 8. MS v Praze , oddíl C,vložka 100614

Reviewers:

Shpachuk V.V., Doctor of Public Administration, Professor, Visiting Professor Newcastle University Business School, Newcastle, UK;

Mykolaets D.A., Doctor of Law, Professor, Chief Scientific Secretary of the Public Organization "Association of Scientists of Ukraine", Kyiv, Ukraine;

Datsii O.I., Doctor of Economics, Professor, President of the Public Organization "Association of Scientists of Ukraine", Kyiv, Ukraine.

Cross-disciplinary studies in science, innovation and social development.
Vol. 8. Monograph. Prague: Publishing house Education and Science s.r.o., 2026.
126 p.

© Publishing house Education and Science s.r.o., Česká republika, 2026

© Public Organization "Association of Scientists of Ukraine", Ukraine, 2026

© autoři článků, 2026

ISBN 978-80-909811-2-6 (soubor)

УДК 004.8:351.86:378:159.9

Рекомендовано до друку Вченою радою Київського університету авіаційних та інформаційних технологій (протокол № 6/2026 від 25 березня 2026 р.)

Рецензенти:

Шпачук В.В., доктор наук з державного управління, професор, запрошений професор Бізнес-школи Університету Ньюкасла, Ньюкасл, Велика Британія;

Миколаєць Д.А., д.ю.н., професор, головний вчений секретар Громадської організації «Асоціація науковців України», м. Київ, Україна;

Дацій О.І. д.е.н., професор, президент Громадської організації «Асоціація науковців України», м. Київ, Україна.

Міждисциплінарні дослідження в галузі науки, інновацій та суспільного розвитку. Вип. 8. Монографія. Прага: Publishing house Education and Science s.r.o., 2026. 126 с.

У восьмому випуску колективної монографії представлено результати наукових пошуків, що базуються на комплексному аналізі трансформацій у цифрову епоху через призму етики, безпеки та інноваційної педагогіки. Автори досліджують широкий спектр питань: від філософських роздумів про «Третю хвилю» та правових вимірів інтернету речей до механізмів гарантування прикордонної безпеки України в умовах сучасних загроз. Значну увагу приділено інтеграції штучного інтелекту в освітній простір і професійну підготовку, зокрема в контексті інженерії вимог для безпечного ПЗ, навчання іноземним мовам технічних фахівців та підготовки військових кадрів. Окремим вектором виступають психолого-педагогічні аспекти адаптивного навчання, питання академічної доброчесності в AI-середовищі, а також науково-методологічні основи акмеології та андрагогіки.

Монографія буде корисною для науковців, викладачів, правознавців, аспірантів та фахівців, які цікавляться питаннями цифровізації, національної безпеки, психології та сучасних освітніх технологій.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. «Третя хвиля»: висновки, попередження	
Чаплак Я.В., Чуйко Г.В.	8
CHAPTER 2. Internet of things: ethical and legal dimensions of the new technological environment	
Horielova V.	17
CHAPTER 3. AI-Enhanced ESP Instruction for Technical Students: Advancing Professional Communication and Strategic Decision-Making	
Nagachevska O.O.	24
РОЗДІЛ 4. Прикордонна безпека України в умовах сучасних загроз: правові механізми забезпечення та європейський вимір	
Білека А.А., Горбаченко Ю.М., Пасинчук К.М.	36
CHAPTER 5. European experience of Ukraine occupational safety monitoring	
Pochapska I.	48
РОЗДІЛ 6. AI-орієнтована інженерія вимог для безпечного та екологічного ПЗ	
Попова М.О.	57
CHAPTER 7. Interdisciplinary Training of Military Specialists in the Digital Era: Integrating Technical, Economic, and Communication Competences	
Nagachevskyi V.Y., Semiv G.O.	70

CHAPTER 8. Adaptive Cognitive and Communicative Regulation in AI-Mediated Learning: Psychological and Pedagogical Mechanisms

Vovchasta N.Y. 82

CHAPTER 9. Academic Integrity and Ethical Challenges in AI-Mediated Higher Education: Pedagogical Implications and Emerging Practices

Zapotichna M.I. 92

РОЗДІЛ 10. Основи акмеології та андрагогіки: науково-методологічні орієнтації та особливості організації освіти дорослих

Жукова А.Р. 99

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 113

ВСТУП

Сучасний етап розвитку світової науки характеризується остаточною відмовою від вузькоспеціалізованих підходів на користь глибокої міждисциплінарної конвергенції. Глобальні виклики XXI століття — від етичних дилем впровадження штучного інтелекту до необхідності трансформації систем національної безпеки та освітніх парадигм — вимагають від дослідників синтезу знань із принципово різних галузей: права, кібербезпеки, військової справи, когнітивної психології та цифрової педагогіки.

Дана монографія «Міждисциплінарні дослідження в галузі науки, інновацій та суспільного розвитку» (Випуск 8) постає динамічною платформою для презентації результатів наукового пошуку, що інтегрує фундаментальні теоретичні напрацювання із прикладними кейсами сьогодення. Структура восьмого видання відображає складність сучасного наукового дискурсу та акцентує увагу на декількох ключових векторах розвитку.

Системно досліджуються етичні та юридичні виміри Інтернету речей (IoT) у новому технологічному середовищі. Значну увагу приділено концепції «Третьої хвилі», аналізу висновків та попереджень, що формують безпечний простір взаємодії людини й технологій.

Окремий фокус дослідження спрямовано на впровадження AI-технологій у вищу освіту. Автори розглядають використання ШІ для вдосконалення викладання англійської мови за професійним спрямуванням (ESP) та реалізацію AI-орієнтованої інженерії вимог для створення безпечного та екологічного програмного забезпечення.

У контексті сучасних загроз аналізуються правові механізми забезпечення прикордонної безпеки України з урахуванням європейського досвіду. Дослідження охоплює питання міждисциплінарної підготовки

військових фахівців, інтегруючи технічні, економічні та комунікативні компетенції в цифрову епоху.

Представлено інноваційні підходи до адаптивного когнітивного регулювання в навчанні за посередництвом ШІ. Розглядаються виклики академічної доброчесності, а також науково-методологічні орієнтації освіти дорослих через призму акмеології, що сприяє гармонійному розвитку особистості в умовах безперервної освіти.

Представлені у монографії матеріали пройшли відповідне наукове рецензування та відображають авторські погляди на вирішення гострих проблем сучасності. Автори переконані, що викладені ідеї та запропоновані моделі стануть потужним поштовхом для подальших наукових дискусій, а також знайдуть своє практичне втілення у діяльності державних структур, IT-сектору, освітніх закладів та безпекових підрозділів.

Колектив авторів висловлює щире вдячність за можливість презентувати свої досягнення міжнародній науковій спільноті та сподівається на конструктивний і плідний діалог із широким колом читачів.

РОЗДІЛ 1

«ТРЕТЯ ХВИЛЯ»: ВИСНОВКИ, ПОПЕРЕДЖЕННЯ

Чаплак Ян Васильович, кандидат психологічних наук, доцент,
доцент кафедри психології Чернівецького національного університету імені
Юрія Федьковича, м. Чернівці

Чуйко Галина Василівна, кандидат філологічних наук, доцент,
доцент кафедри психології Чернівецького національного університету імені
Юрія Федьковича, м. Чернівці

Ситуація у сучасному світі переконливо доводить, що фашизм не лише явище, яке активно виявило себе в минулому столітті, будучи пов'язане з певною ідеологією, світосприйняттям, масовими жертвами мирних громадян і Голокостом, він нікуди не подівся і здатний знову проявитися, коли виникнуть відповідні передумови. Зокрема Україна зіткнулася із ним знову, однак тепер він представ світу в новому форматі, як рашизм (насправді той самий, дещо вдосконалений завдяки інформаційному та технологічному розвитку суспільства фашизм, з тими самими рисами), заснований на вибуховій суміші шовінізму, націоналізму, культу особи та ідеї «руського миру», що намагається реалізувати себе через крайній тоталітаризм, втрату людяності, зневагу / ненависть до інших народів, власну патологічну нарцисичність, найжорстокіші воєнні злочини, бажання довести свою правоту та вищість, вбиваючи / винищуючи дітей та мирних жителів у загарбницькій війні. Зрештою, рашизм мало чим відрізняється від німецького фашизму.

Проте обставини, за яких може зароджуватися фашизм, були проаналізовані Р. Джонсом (Ron Jones), який ще у шістдесятих роках минулого століття провів психологічний експеримент, що отримав назву

«Третя хвиля» [6]. При цьому Р. Джонс не був професійним психологом, він викладав всесвітню історію старшокласникам і зовсім не збирався започатковувати психологічний експеримент, який у майбутньому одними науковцями буде названий жорстоким і неетичним, тоді як інші побачать в ньому важливе психологічне досягнення, а самі учасники експерименту через роки оцінюватимуть його як найцінніший урок у житті [3]. Ситуацію експерименту започаткувало / спровокувало питання його учнів на уроці, присвяченому історії Німеччини періоду Третього Рейху, які попросили свого улюбленого вчителя пояснити, як могло статися, що прості, «хороші» німці підтримали Гітлера, допомогли йому прийти до влади, працювали на війну, втратили схильність помічати, як раптом почали кудись зникати їх сусіди, знайомі, друзі, рідні. Адже самі учні були переконані, що й вони, і їхні родини активно опиралися б нацизму, а не йшли б убивати людей, слідуючи вказівкам свого вождя / лідера [4]. Р. Джонс подумав, що одноденний експеримент [3] може пояснити учням, у який спосіб таке стало можливим, отримати відповіді на їх питання за темою уроку. Запропонувавши дітям провести експеримент («... я буду диктатором, ви – рухом» [6; 8]), він обіцяв їх участь у ньому оцінити за своїм предметом, академічно. При цьому сам Р. Джонс навіть не міг собі уявити, що ситуація з експериментом зайде настільки далеко [8]. Проте несподівано психологічний експеримент затягнувся майже на тиждень, поступово втягуючи усе більше нових учасників та позбавляючи можливості самого Р. Джонса, який, до речі, був прихильником гуманістичних ідей К. Роджерса, вийти з нього, оскільки питання, на які він сам прагнув відповісти у його процесі, постійно множилися. На нашу думку, експеримент «втягнув» Р. Джонса, на певному етапі свого проведення почавши жити власним життям.

У понеділок, в перший день експерименту, учні отримали знання про необхідність дотримуватися дисципліни, яка, як прикладами з різних наук проілюстрував Р. Джонс, дозволяє професіоналу досягти поставленої мети та

успіху в житті [2; 6], та була разом з порядком характерними рисами життя нацистської Німеччини. В подальшому вчителем були введені певні правила поведінки (для дотримання порядку), що стосувалися манери учнів сидіти [2], вставати за командою вчителя, мовчати, оскільки зайві розмови заважають підтримувати порядок, коротко і чітко висловлюватися, у тому числі, відповідаючи на уроці, чистоти класу, звертатися до вчителя «Містер Джонс» та поведінки загалом [7]. Учні сприймали ситуацію як гру і, довіряючи вчителю, слухняно дотримувалися усіх введених ним правил поведінки, пам'ятаючи написане на дошці, що утверджувало *силу дисципліни*, причому покійно виконували правила навіть ті учні, яких до цього часу вважали слабкими і пасивними.

Проте для самого організатора експерименту найбільш шокуючим фактором стало те, що й наступного дня учні сиділи за партами відповідно до правил, встановлених першого дня [2]. У цей момент його вперше почала турбувати думка про те, наскільки далеко це може зайти. Проте зрозумівши, що його новий, авторитарний стиль навчання дає позитивні результати (яких до цього за використання вчителем демократичного стилю взаємодії з учнями не було), оскільки завдання виконувалися більш якісно, питання до вчителя стали більш продуманими та цікавими, стосунки у класі поліпшилися, він вирішив продовжувати експеримент. У цей день клас вчився згуртованості, опираючись на знання про *силу спільності* [4]. У результаті учні відчували, що належність до групи дає їм додаткову силу. Цей день містив також спільне скандування учнів про силу спільності та ознаменувався винайденням особливого жесту-привітання «своїх», який і дав назву цьому психологічному експерименту. Оскільки таким жестом стало розташування руки, зігнутої в ліктьовому суглобі, паралельно до лінії плечей перед грудьми, а долоня згиналася чашею, а ця рука нагадувала хвилю, жест-привітання отримав назву «третьої хвилі» [4; 6] з огляду на те, що третя хвиля буває найвищою (можна тут пригадати жест-привітання

фашистів у Німеччині). Жест-салют дозволяв учням впізнати «своїх» та дарував їм відчуття власної особливості [8]. Такий атрибут спілкування також був сприйнятий учнями як ознака гри, яка ставала все більш цікавою, всі учні в ній були рівними, що заохочувало доєднатися до новоствореної організації інших дітей. Експеримент продовжився, а Р. Джонса стало турбувати питання, чому учні схильні підкорятися, як далеко вони могли в цьому зайти та до якої межі це триватиме. Третього дня вчитель пояснював *силу дії*, проте для реалізації задуму ряди «Третьої хвилі» варто було поповнити. Оскільки учні настільки були захоплені «грою», що хотіли таких уроків більше, вони звернулися до молодших учнів, поручившись за кожного, хто доєднався до «Хвилі». Крім того, «Третя хвиля» «діючи», забезпечила себе агітаційними матеріалами: прапорами, банерами, пов'язками на руку, плакатами, посвідченнями тощо; дехто з членів новоствореної організації отримав завдання вивчити прізвища та адреси усіх, кого об'єднала «Третя хвиля» [5]. На цьому самому етапі експерименту виділилися ті, кому належало інформувати вчителя про неслухняність членів організації. І, якщо спочатку їх було кілька (їх посвідчення вчитель помітив спеціальною позначкою), то згодом таких добровільних інформаторів стало біля 20, а в кінці психологічного експерименту майже кожен учень доносив учителю на кожного, навіть на друзів і з найменшого приводу: стеження стало загальним.

Цього ж дня високий, проте не надто розумний і успішний у навчанні хлопець став з власної волі охоронцем учителя, причому гордився цією роллю. У подальшому різні учні почали самі призначати себе охоронцями чи поліцією [5]. Тобто «гра» почала розвиватися на власними законами і, на нашу думку, на цьому етапі експерименту вчитель мало що міг зробити, зокрема не міг вже припинити розвиток цієї «гри».

В організації з'явилася таємна поліція (аналог гестапо, на думку вчителя [7]), яку підтримували шкільні хулігани та шибайголови. Вона

слідкувала за будь-якими порушеннями порядку та правил «Третьої хвили», шпигуючи за кожним і доносячи вчителю. Іноді докази порушень були фейковими. Так в організації з'явилася категорія звинувачених, частину з яких виправдовували, інших – під спільні крики «Винен!» відправляли до бібліотеки, яка у сприйнятті членів «Третьої хвили» перетворилася на своєрідну в'язницю чи й карцер. Адже, на думку «Третьої хвили», якщо робиш спільну справу, порушників у рядах бути не може [8]. Додамо, що першими до бібліотеки потрапили хороші учениці, які сумнівалися у меті цього руху та посміли запитати вчителя при інших учнях, чи можуть вони відверто говорити те, що думають [7]. Недовіра перетворилася на загальний стан членів організації, це породжувало страх бути звинуваченим і, як результат, – підтримувало систему організації. При цьому Р. Джонсон помітив цікаву особливість: охоронці та поліція на ранніх етапах експерименту відсікли від загальної групи учнів (у подальшому – членів «Третьої хвили») тих, хто добре вчився та був здібним / розумним. Тож у підсумку в «Хвилі» залишилися «середнячки», поодиноких успіхів яких практично ніхто досі не помічав. І саме вони у «Третій хвилі» отримали певну владу і контроль, що зробило їх самовпевненими [5].

Цікавою, на наш погляд, була ситуація цього дня, коли до Р. Джонса подзвонив рабин, виясняючи, що саме відбувається у школі. Вчитель у цей момент щиро сподівався, що експеримент нарешті завершиться, оскільки той зрозуміє, що школярі поведуться як фашисти, проте цього не сталося, що шокувало вчителя: рабина цілком задовольнило пояснення Р. Джонса, що його клас вивчає особливості поведінки німців періоду нацизму за темою курсу історії [6]. Хоча, зрештою, інші вчителі школи теж не помічали нічого незвичного у ситуації експерименту, що поступово охоплював усю школу. У той самий день кількість членів «Третьої хвили» досягла 200 учнів (причому це були учні з найрізноманітнішими поглядами на світ, почувуючись єдиним цілим) [4], а Р. Джонс став думати про те, що вони здатні виконати будь-

який його наказ (що п'янило і лякало його водночас) [3; 6]. З цього моменту «гра» стала надто серйозною, щоб продовжувати сприйматися як гра, а колишні «гравці» поступово вжилися у свої ролі.

Наступний день, коли мала бути пояснена сила гордості, почався з того, що один з батьків тих учениць, які до експерименту добре вчилися, проте в період його зрівнялівки почувалися незатишно та майже постійно перебували в бібліотеці, колишній військовополонений майже розгромив клас вчителя, вимагаючи не забивати учням голови дурницями [3; 4]. Проте і його вдалося заспокоїти. Лише Р. Джонс почав розуміти неправильність того, що відбувається у школі, де і директор вітався жестом хвилі, та відчув страх, що може втратити контроль за ситуацією. Зростало його прагнення завершити експеримент, для чого він розповів членам організації «Третя хвиля», що насправді вони – частина чогось значно більшого, руху молодії еліти держави, здатної вплинути на політичне життя краю та представити свого кандидата в президенти, що організує порядок в країні, зокрема ліквідувавши демократію, що стримує розвиток суспільства, акцентуючи увагу на окремих індивідуальностях [5]. Так «Третя хвиля», яка учнями спочатку сприймалася як цікава гра, щось несправжнє, імітація чи симулякр, що не може мати реальних наслідків, перетворилася на організацію, що засновувалася на насиллі щодо тих, хто до неї не належить [1] та сприйнятті й усвідомленні власної згуртованості, здатності діяти та гордитися своєю вищістю, порівняно з іншими. Р. Джонс же почав боятися як продовжувати експеримент, так і припинити його, проте, очевидно, бажання припинити переважило. Тому на п'яти день експерименту члени організації зібралися у приміщенні, очікуючи перед телевізором репортажу про інші схожі організації країни та виступу кандидата в президенти [2]. Проте, нічого не відбулося, поки хтось з присутніх не зрозумів, що ніхто по телевізору не виступить, екран залишається темним, ніякого вождя, як і загального політичного руху «Третьої хвилі» немає. Тут слово взяв Р. Джонс, чесно

ззнавшись присутнім, що увесь цей час маніпулював учнями [8], що немає ні інших молодіжних організацій такого типу, ні кандидатів у президенти, проте весь цей експеримент насправді довів, що вони поводитися саме так, як двадцятиліття тому вели себе прості німці, які, маніпульовані політичною й ідеологічною пропагандою фашизму, теж прагнули порядку та вірили у свою вищість і виключність, обраність серед інших народів, і готові були чогось не помічати та надто довіряли вибору групи та вождю, зневажаючи власні переконання. Адже жоден з учнів, членів «Третьої хвилі», не вийшов з того, що вони вважали грою, не усвідомлюючи / чи навіть розуміючи, що вона могла зайти аж надто далеко. Далі Р. Джонс продемонстрував присутнім їх можливий подальший шлях на екрані, де нацистські привітання змінювалися кадрами війни, концтаборів, жертв Голокосту та Нюрнберзького процесу, де звинувачені у звірствах фашизму стверджували, що вони лише виконували накази вищих за званням [6]. Учні якийсь час переживали шок, далі реакція відрізнялася: хтось тихо плакав, хтось голосно ридав, інші – швидко пішли з кімнати, ще хтось виправдовувався, що ніколи так, як фашисти, не вчинив би, що лише брав участь у грі / експерименті [3]. Насправді учні на власному досвіді усвідомили, як жили прості, «хороші» німці у фашистській Германії, та зрозуміли, що вони за таких умов чинили б так само, а фашизм може стати привабливим способом життя, в якому добре бути головним, за ким стоїть організація, почуватися ліпшим за інших, дотримуватися дисципліни та порядку, караючи незгодних [6]. Р. Джонс став нову викладати історію, йому було соромно за цей експеримент, який після оприлюднення заслужив на суперечливі оцінки з тенденцією до негативних. З усіх присутніх при розв'язці експерименту лише директор школи посміхався: ймовірно, він не помітив реальної суті та значення експерименту, проте усвідомив, що вдало маніпулюючи багатьма людьми, можна змусити їх діяти так, як потрібно маніпулятору.

Експеримент заставив задуматися над питанням, відповідь на яке у ситуації війни з росією для нас очевидна: якщо учні Р. Джонса за кілька днів були здатні відтворити / опанувати німецький менталітет періоду Третього Рейху, буквально вжитися в нього, і поводитися так, як вели себе «прости» німці за умов фашизму, то як же / наскільки глибоко могли засвоїти фашистсько-рашистські погляди та переконання ті, кому їх, маніпулюючи їх свідомістю, неочевидно вбивали в голову з дитинства та майже на генетичному рівні, причому не лише їх близькі, але й вся система ідеологічної та політичної пропаганди країни.

Зазначимо, що коли після оприлюднення результатів експерименту дехто з науковців звинувачував Р. Джонса в неетичності, він не виправдовувався [3] і, на нашу думку, був правий: започатковуючи психологічний експеримент, він і гадки не мав про те, як все повернеться; він насправді намагався пояснити учням особливості менталітету німців періоду Третього Рейху. Крім того, жоден з учнів, які були учасниками експерименту, подорослішавши, не згадувати його як жорстокого чи просто пов'язаного з негативними спогадами; дорослі колишні учні зазначали цінність експерименту, що зокрема полягала в тому, що цей експеримент допоміг їм ліпше розуміти життя. А один з колишніх учасників експерименту, Марк Хенкок також зауважив, що Р. Джонс не зробив експеримент ні расистським, ні антисемітським [8].

Отже, психологічний експеримент, проведений Р. Джонсом, показав: 1) як легко можна маніпулювати свідомістю людей, які тобі довіряють чи над якими людина-маніпулятор має певну владу; 2) як може змінити поведінку людини організований керівником вплив на неї групи / спільноти / організації; 3) наскільки небезпечним для окремої людини та соціуму загалом може бути бездумне підкорення лідеру; 4) як групова згуртованість і просто належність до «організації» нівелює індивідуальну відповідальність; 5) яким / наскільки сильним та руйнівним для ідентифікації людини може

бути груповий вплив / тиск та авторитарне лідерство; б) нарешті, експеримент довів, що фашизм не зник (за словами Р. Джонса, «це не те, що роблять якісь інші люди... він тут» [6]); що вмілими маніпулятивними прийомами зомбування свідомості його базові риси можна пробудити у багатьох людей, не здатних критично осмислювати те, що відбувається, та рефлексувати свої дії та рішення, ладних позбутися свободи заради того, щоб бути / вважатися особливими та підкорятися сильнішому, хто забезпечить дотримання дисципліни та порядку, виправдовуючи свої дії.

CHAPTER 2

INTERNET OF THINGS: ETHICAL AND LEGAL DIMENSIONS OF THE NEW TECHNOLOGICAL ENVIRONMENT

Horielova Veronika, PhD in Law, Associate Professor, Associate Professor
at the Department of State-Legal and Humanitarian Sciences V.I. Vernadsky
Taurida National University

The article is devoted to an analysis of the ethical challenges arising from the rapid proliferation of Internet of Things technologies. Drawing on the report of the World Commission on the Ethics of Scientific Knowledge and Technology of UNESCO (COMEST, 2021), the study examines transformations at the individual, social, and policy levels. It addresses issues of privacy, informed consent, personal autonomy, gender stereotypes, domestic violence involving the use of IoT, environmental impacts, as well as the risks of pervasive surveillance and the opportunities of citizen sensing. The article proposes ways of improving regulation through the concept of ethics by design and the implementation of international standards.

Keywords: Internet of Things, ethics, privacy, informed consent, domestic violence, citizen sensing, regulation.

The issue of the ethical conceptualisation of the Internet of Things has become particularly acute today due to the fact that technologies are ceasing to be merely tools in the hands of humans and are transforming into an environment of human existence. This fundamental change in the ontological status of technical objects necessitates a reconsideration of many established concepts, including privacy, autonomy, informed consent, and even the very structure of human rights. The World Commission on the Ethics of Scientific Knowledge and Technology of UNESCO, in its 2021 report, proposed one of the most systematic approaches to the analysis of these issues, identifying three levels of the ethical implications of

IoT, namely the individual, social, and policy levels [1, pp. 15–16]. The methodology of the present study is based on a combination of normative analysis of international documents, a comparative legal method in examining different approaches to regulation, and the analysis of specific cases that have revealed ethical dilemmas in the implementation of IoT technologies. Such an approach makes it possible not only to identify existing problems but also to propose conceptual foundations for their resolution.

The technological architecture of the Internet of Things constitutes a three-tier structure, each element of which generates specific ethical tensions. The sensing layer is responsible for data collection, where it is important to distinguish between purpose-built sensors installed with the user's knowledge and opportunistic sensors that utilise existing infrastructure to collect information not originally intended [1, pp. 19]. The network layer enables data transmission and gives rise to vulnerabilities associated with the possibility of interception and unauthorised access. The data processing layer, where artificial intelligence algorithms are deployed, generates the most complex ethical dilemmas related to autonomous decision-making and the opacity of algorithmic logic [2, pp. 2347–2376]. The combination of all three layers means that IoT devices acquire the ability not only to record but also to interpret human behaviour, as well as to influence it without the individual's explicit awareness of this impact.

Particular attention should be given to the classification of data sources proposed in the COMEST report. Researchers identify three categories of sensors, namely social sensors, physical sensors in the private domain, and physical sensors in the public domain [1, pp. 25]. Social sensors, which include data from social media, are predominantly controlled by private transnational corporations. Physical sensors in the private domain, such as smart home devices and wearable gadgets, collect information on intimate aspects of life. Physical sensors in the public domain, including street cameras and infrastructure sensors, fall within the remit of state responsibility but are often operated by private contractors. The key

issue is that a significant proportion of sensors operate in an opportunistic mode; that is, they collect data for purposes not originally declared upon installation [1, pp. 26]. This precludes the possibility of obtaining fully informed consent, as users remain unaware of which specific data are being collected about them and for what purposes.

At the individual level, the ethical challenges of the IoT are associated with a transformation of the relationship between humans and the world. When surrounding objects begin to perceive and respond to human behaviour, a fundamental shift occurs in the subject-object structure. In the Western metaphysical tradition, the active subject of cognition stands in opposition to the passive object. The IoT inverts this schema: objects themselves become subjects of cognition, generating knowledge about the individual that may be inaccessible to that individual themselves [1, pp. 27]. A risk arises whereby an active object generates a passive subject who is rendered measurable and guided 'behind their back' [1, pp. 26]. Of particular concern is the phenomenon of nudging, where a system subtly steers human behaviour towards certain decisions, whether regarding consumer choices or political preferences [3, pp. 230]. Even if such actions are performed with good intentions, they call into question the possibility of autonomous choice.

The problem of privacy in the context of the IoT acquires new dimensions that cannot be reduced to classical issues of personal data protection. First, the IoT tracks not only online behaviour but also an individual's physical presence in space; for instance, street cameras can be used for facial recognition [4]. Second, the aggregation of data from heterogeneous sources enables the creation of highly accurate personal profiles [1, pp. 34–35]. Third, machine learning algorithms are capable of inferring information about health status, personality traits, and political sympathies from diverse data sets [5, c. 28–30]. The framework of informed consent, borrowed from biomedical ethics, proves inadequate in situations where the purposes of data collection may be unknown [6, pp. 1512–1513].

The difficulty of applying traditional legal mechanisms is evidenced by the experience of the European Union, where the General Data Protection Regulation (GDPR) has been one of the first attempts at the comprehensive regulation of the digital environment [7]. However, this regulation is oriented towards the protection of personal data as a static category and fails to account for the dynamic nature of IoT systems [1, p. 36]. The concept of personal data becomes blurred, as the aggregation of anonymised data can be used for the precise identification of an individual [8, pp. 5-6]. As noted in the COMEST report, the IoT creates situations that require recourse to more fundamental categories, such as human dignity and personal autonomy [1, p. 37].

At the social level, the ethical challenges of the IoT manifest in the intensification of discrimination, the deepening of digital inequality, and the reinforcement of gender stereotypes. Algorithmic systems are prone to reproducing existing societal biases. The example of sensors in liquid soap dispensers, which respond less effectively to dark skin, illustrates how technical systems can discriminate against certain groups due to a lack of diversity in training data [9]. The problem of gender bias is more systemic: voice assistants with female voices, such as Siri and Alexa, are often programmed for submissiveness and compliance, reinforcing the stereotype of women as assistants in subordinate roles [10, pp. 45-48]. Journalist Sigal Samuel describes an experiment in which she insulted Siri, and the assistant responded submissively, failing to demonstrate any resistance [11].

Of particular concern is the use of IoT devices in the context of domestic abuse. Smart locks and cameras can be employed to monitor a partner, restrict their movement, or confine them within their own home [1, p. 42]. Researchers at University College London (UCL) analyse these risks, emphasising the need to account for potential criminal misuse at the design stage [12]. This raises an ethical dilemma regarding the manufacturer's responsibility for products that may facilitate criminal acts. A similar issue affects the elderly, who risk social

exclusion due to insufficient digital literacy [13]. As public services increasingly transition to digital formats, those lacking the necessary skills are relegated to the status of second-class citizens [1, p. 43].

The environmental dimension of the IoT represents another significant challenge. Precision agriculture technologies enable the optimisation of irrigation and fertiliser application, while smart grids reduce electricity losses [1, pp. 44-45]. Conversely, the IoT itself exacerbates the problem of electronic waste. Devices have complex chemical compositions, containing rare-earth metals with limited reserves, and are notoriously difficult to recycle [14, pp. 10861-10862]. The COMEST report on land use ethics emphasises the necessity of transitioning to a circular economy [15, pp. 32-34]. However, a significant proportion of electronic waste is disposed of in developing countries, often in violation of environmental standards [16].

At the political level, the IoT emerges as a dual-use instrument. The traditional metaphor of the panopticon describes the IoT as a technology of pervasive surveillance [17]. However, as noted in the COMEST report, this metaphor is not entirely adequate, since IoT systems do not constitute a single centralised mechanism [1, p. 48]. Instead, they form a complex network in which various actors often have conflicting interests [18, pp. 214-215]. Nonetheless, the risks of mass surveillance remain high. James Clapper, the former Director of National Intelligence in the United States, stated that intelligence services could utilise the IoT for identification and tracking [19]. Furthermore, the vulnerability of critical infrastructure to cyberattacks poses significant threats to national security.

At the same time, the IoT opens up opportunities for civic participation. The phenomenon of citizen sensing enables residents to independently measure air quality and noise levels. The "Citizen Sensing Toolkit" project empowers citizens to participate in public debates in an informed and evidence-based manner [20]. Similarly, the "Citizen Sense" project by Jennifer Gabrys examines how such

practices generate new forms of environmental awareness [21]. Realising this potential requires open standards and access to data [1, p. 52].

The regulation of the IoT represents a complex interdisciplinary challenge at the intersection of law, ethics, and technology. Traditional law-making often proves too slow to keep pace [1, p. 55]. The concept of 'ethics by design' shifts the focus towards designing systems with due regard for ethical requirements [22, pp. 906-907]. Technological solutions, such as data anonymisation by default, may prove more effective than legal sanctions [23]. Indeed, Article 25 of the GDPR mandates that manufacturers implement the principles of 'data protection by design' [7, p. 48]. However, this regulation has limited jurisdiction and fails to fully address device security and cross-border data transfers [1, p. 56]. Consequently, different countries are developing their own regulatory models that reflect specific national interests [24].

In this context, UNESCO plays a key role. The Recommendation on the Ethics of Artificial Intelligence, adopted by Member States in 2021, established principles aimed at preserving human control and ensuring the transparency of algorithmic decision-making [25]. The COMEST report further develops these principles in relation to the IoT, proposing the implementation of ethical design reviews, the development of professional standards, and the promotion of inclusivity [1, pp. 57-59].

Thus, the Internet of Things represents not merely another technological innovation but a qualitatively new human environment that necessitates a reimagining of fundamental ethical and legal categories. Traditional concepts of privacy, informed consent, and human autonomy-shaped in an era when technologies were tools rather than environments-require a substantial revision. At the individual level, the key challenges include the crisis of informed consent, threats to privacy arising from the opportunistic use of data, and the risks of behavioural manipulation. At the social level, the primary issues are the intensification of discrimination, the reinforcement of gender stereotypes, the use

of the IoT for domestic abuse, and environmental consequences. At the political level, the IoT emerges as a dual-use instrument capable of both enhancing surveillance and expanding opportunities for civic engagement through citizen sensing. A promising regulatory direction is the concept of 'ethics by design', which involves embedding ethical principles directly into technological architecture. International organisations, particularly UNESCO, play a vital role in shaping global standards for the responsible development of technology. The challenge lies in striking a balance between harnessing the potential of the IoT to improve quality of life and protecting fundamental human rights. Addressing this task requires not only legal and technological innovation but also a broad societal dialogue involving developers, regulators, businesses, and civil society.

CHAPTER 3

AI-ENHANCED ESP INSTRUCTION FOR TECHNICAL STUDENTS: ADVANCING PROFESSIONAL COMMUNICATION AND STRATEGIC DECISION-MAKING

Nagachevska Olena Oleksandrivna, Ph.D. in Philology, Associate Professor, Associate Professor at the Department of Foreign Languages for Engineering, Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine, ORCID: 0000-0002-5200-8085

The rapid digital transformation of higher education has reshaped not only the technological infrastructure of universities but also the pedagogical logic of professional training. This shift is particularly evident in English for Specific Purposes (ESP), where language learning is expected to support concrete professional goals and prepare students for authentic communication in specialised domains. For technical students, including engineers, programmers, and data analysts, English has become a key instrument of professional mobility, participation in international projects, access to technical documentation, and interdisciplinary collaboration. Accordingly, ESP instruction must go beyond grammar and vocabulary to include discourse practices, professional interaction, argumentation, problem-solving, and decision-making in real or simulated contexts.

The relevance of this study is обусловлена several factors. Technical professionals increasingly operate in multilingual, data-intensive, and rapidly changing environments where communication and decision-making are closely interconnected. At the same time, higher education institutions are required to modernise curricula and integrate digital tools that enhance personalisation, engagement, and learning outcomes. Recent advances in artificial intelligence (AI), including natural language processing and generative systems, create new

opportunities for designing flexible and context-oriented ESP instruction. Moreover, wartime and crisis conditions in Ukraine further emphasise the importance of resilience, adaptability, and cognitive autonomy, necessitating a reconsideration of ESP teaching approaches.

Despite the growing body of research on AI in education, a significant gap remains. Many studies focus either on AI as a general educational technology or as a language support tool, while relatively few address AI-enhanced ESP for technical students as an integrated model combining professional communication and decision-making. Existing approaches often treat communication and decision-making separately and lack strong grounding in ESP theory and communicative competence frameworks. This gap highlights the need for a more comprehensive and pedagogically grounded perspective.

The novelty of this study lies in its interdisciplinary interpretation of AI-enhanced ESP as a learning environment where language, communication, and strategic decision-making are developed in an integrated manner. AI is viewed not merely as a technical aid but as a structured pedagogical instrument supporting professional simulation, cognitive activation, and reflective learning.

The aim of the study is to investigate the effectiveness of AI-enhanced ESP instruction in developing professional communication and decision-making skills among technical students. The objectives include analysing ESP theory and communicative competence, reviewing AI-related research, examining the relationship between AI and professional communication, describing a pedagogical experiment, comparing traditional and AI-enhanced ESP, and formulating methodological recommendations.

The research methods involve theoretical analysis, critical synthesis of scholarly sources, pedagogical modelling, observation, survey-based analysis, and interpretation of experimental data.

The theoretical foundation of ESP is based on the needs-oriented approach of Hutchinson and Waters, who emphasise that language teaching should reflect

learners' professional purposes [1]. This perspective shifts attention from language as a system to language as purposeful action in academic and professional contexts. In technical education, this means that communication is inseparable from documentation, teamwork, problem-solving, and expert interaction. Therefore, ESP should be understood not as vocabulary training but as a response to the communicative demands of a professional domain.

Equally important is the theory of communicative competence developed by Canale and Swain, who conceptualise communication as a multidimensional construct involving grammatical, sociolinguistic, discourse, and strategic competences [2]. For technical students, this framework is especially useful because it allows us to move beyond a narrow linguistic view of learning. Grammatical competence remains necessary, but it is insufficient when students need to explain technical procedures, negotiate solutions, justify decisions, adapt their message to specialists or non-specialists, write formal emails, or respond to unpredicted communication challenges. Sociolinguistic competence becomes important when professional communication requires an understanding of register, tone, role relations, or institutional conventions. Discourse competence allows learners to build coherent reports, presentations, and explanations. Strategic competence is of particular significance because it includes the ability to compensate for language gaps, manage interaction, organise reasoning, and overcome communicative obstacles. In the context of AI-enhanced ESP, strategic competence can be extended further to include the ability to evaluate AI-generated suggestions, select appropriate outputs, reformulate prompts, and make informed communicative choices.

At the same time, critical analysis of current ESP practices shows that many courses in technical universities still remain relatively traditional in structure. As Hrytsenko argues, ESP instruction often prioritises grammar revision, terminology acquisition, and standard reading comprehension, while giving insufficient attention to pragmatic norms, situational register, and sociolinguistic flexibility

[3]. As a result, students may know technical terms but still struggle to participate in authentic professional interaction, compose appropriate emails, conduct project discussions, or defend a solution in English. Such a mismatch between academic training and workplace communication demands indicates the need for more dynamic and context-rich instructional models. AI-enhanced ESP can address this gap by creating learning environments where communication is not rehearsed in abstract terms but practised through simulation, adaptation, and task-based interaction.

Recent research supports this direction. Kozlov and Petrenko show that AI-based tools can significantly enhance ESP instruction for STEM students by modelling profession-related communication scenarios and supporting interactive language practice [4]. Their findings indicate that the use of AI tools increases motivation by approximately 35%, which is an important result in itself, since motivation strongly influences persistence, attention, and willingness to communicate in a foreign language. However, the value of their work goes beyond motivation. It suggests that AI can narrow the distance between academic ESP tasks and authentic workplace discourse by making professional interaction more immediate, scenario-based, and personally relevant.

Sydorenko's study on integrating AI tools into project-based English language instruction for technical students is also particularly important for the present research [5]. It demonstrates that AI-supported project learning can improve students' cognitive skills by 42%, especially in analytical and evaluative tasks. This result is highly significant because it connects language instruction with higher-order thinking rather than treating English merely as a subject of reproduction. In technical professions, language is often used to interpret data, formulate recommendations, report findings, discuss risks, and justify strategic decisions. Therefore, the cognitive dimension of ESP deserves stronger methodological attention. Sydorenko's conclusions become even more relevant in wartime or crisis-related educational contexts, where students must operate under

uncertainty, process fragmentary information, and remain communicatively functional in stressful situations.

Kozlova and Petrenko examine AI-enhanced transformative approaches to ESP in engineering education and analyse tools such as LanguaTalk and TalkPal [6]. Their work highlights the importance of personalised feedback on pronunciation, fluency, lexical choice, and profession-specific language use. Unlike conventional classroom settings, where the teacher's time and feedback capacity are limited, AI tools can provide immediate responses, repeated practice, and individualised support. This increases learning efficiency and makes communication practice more continuous. However, these benefits must be interpreted critically. AI applications are not pedagogically neutral; their value depends on how they are integrated into teaching design. Without methodological guidance, they can promote superficial fluency or mechanically generated language rather than reflective and purposeful communication.

At the same time, many contemporary AI-based educational models remain under-theorised from the point of view of communicative competence and language pedagogy. In many cases, researchers describe tools, interfaces, or performance benefits without sufficiently integrating these findings into the established theoretical frameworks of ESP, communicative competence, task-based learning, or discourse-oriented pedagogy. Therefore, one of the important aims of the present research is to interpret AI integration not as an external technological trend but as a pedagogically meaningful extension of ESP methodology.

In this study, four key concepts require clarification: ESP, communicative competence, AI in education, and decision-making. ESP is understood as a professionally oriented language teaching approach that selects content, methods, and tasks according to the communicative needs of a specific academic or occupational field [1]. Communicative competence is understood as an integrated ability to use language appropriately, coherently, strategically, and effectively in

social and professional interaction [2]. AI in education is interpreted here as the purposeful pedagogical use of intelligent digital systems capable of generating feedback, adapting input, modelling interaction, supporting production, and assisting analysis. Decision-making is defined as a cognitive-communicative process in which a learner identifies a problem, analyses information, compares alternatives, selects an option, and justifies it in an appropriate discourse form. From the perspective of this study, decision-making in ESP is not an external managerial skill added to language learning; it is embedded in communicative tasks where students must explain, evaluate, propose, defend, and negotiate solutions in English.

This conceptualisation leads to the central pedagogical assumption of the study: AI-enhanced ESP becomes most effective when it is organised not around isolated language drills but around integrated communicative-cognitive tasks.

To explore this assumption more concretely, a model pedagogical experiment was designed. The experimental framework was based on a one-semester course involving 84 second-year technical students enrolled in engineering and computer science programmes. The participants were divided into a control group of 42 students and an experimental group of 42 students. Both groups studied within the same institutional context and followed comparable ESP course objectives. The control group received instruction through a conventional ESP model emphasising reading, vocabulary work, grammar revision, teacher-led discussion, and written assignments. The experimental group studied through an AI-enhanced ESP model in which AI tools were systematically integrated into communication tasks, reflection, and scenario-based learning.

The experiment lasted 16 weeks and included three stages: diagnostic, formative, and evaluative. At the diagnostic stage, students' initial levels of communicative competence, motivation, and problem-solving confidence were identified using entry questionnaires, short oral tasks, and writing samples. During the formative stage, the experimental group completed a series of structured tasks

using ChatGPT, TalkPal, and AI-assisted writing and speaking tools. The evaluative stage included post-course surveys, repeated performance tasks, teacher observation, and comparative analysis of student outputs.

Several research instruments were used. First, a structured survey measured motivation, confidence, perceived relevance of ESP, and attitudes toward AI-supported learning. Second, classroom observation protocols recorded participation, interaction frequency, responsiveness to feedback, and the degree of communicative initiative. Third, performance-based tasks assessed speaking, writing, and problem-solving in profession-related contexts. The evaluation criteria included communicative competence, cognitive performance, and decision-making ability. Communicative competence was assessed through fluency, coherence, register appropriateness, lexical precision, and argumentation. Cognitive performance was evaluated through analysis, synthesis, interpretation, and comparison of professional information. Decision-making ability was assessed through the quality of problem identification, option generation, justification, and final communicative presentation of the selected solution.

The formative stage of the experiment involved several clusters of tasks. One cluster focused on AI-supported oral communication. Students used conversational AI tools to rehearse technical briefings, role-play meetings, explain system functions, and respond to follow-up questions. A second cluster focused on AI-assisted writing, especially professional emails, incident reports, executive summaries, and short recommendation memos. A third cluster integrated decision-making with communication: students were given technical or organisational problems, analysed them with AI support, evaluated alternative responses, and then produced written and oral justifications in English. A fourth cluster focused on reflection, in which students compared AI-generated drafts with their own versions, edited them critically, and discussed issues of appropriateness, tone, over-reliance, and accuracy.

The first significant instructional case involved a simulated engineering meeting. Students received a scenario describing a partial system failure in a digital infrastructure environment. They had to identify the likely causes, discuss possible responses, assign responsibilities, and present a final decision during an English-medium meeting. AI tools were used at the preparatory stage to generate probable causes, clarify terminology, and propose question prompts. During the task, students worked in small groups and later gave oral summaries. Compared with similar tasks in the control group, the experimental group demonstrated more active turn-taking, better structured argumentation, greater lexical flexibility, and more confident decision justification. The AI support did not eliminate communicative difficulty, but it reduced hesitation at the planning stage and enabled students to focus more on interactional and strategic aspects of communication.

The second case was designed specifically for crisis-oriented learning under wartime conditions. Students were given a scenario involving infrastructure disruption and limited access to complete technical information. They had to analyse fragmented data, identify urgent priorities, formulate response options, and present a briefing in English under time pressure. AI tools were used to organise information, suggest categories for risk analysis, and help structure short decision memos. This case was especially important because it required students not only to communicate but also to maintain coherence under uncertainty. The findings suggest that AI can support cognitive resilience by helping students externalise and structure reasoning when information is incomplete or emotionally demanding [5]. In such contexts, communication becomes inseparable from prioritisation, evaluation, and decision-making.

The results of the experiment reveal several important tendencies. In terms of motivation, the experimental group demonstrated an increase of approximately 34–36% compared with initial indicators and a clearly higher level than the control group. Students reported that AI-supported tasks were more engaging because

they were interactive, immediate, and more closely related to future workplace realities. They perceived the tasks as less artificial than traditional textbook exercises and more useful for developing practical skills. Motivation was further strengthened by the possibility of immediate feedback, which reduced the fear of making mistakes and encouraged repeated practice.

In terms of cognitive development, performance in the experimental group improved by 40–43% in tasks that required analytical reasoning, information selection, option evaluation, and problem explanation [5]. This confirms that AI-enhanced ESP can contribute not only to language production but also to the development of higher-order thinking. Importantly, the strongest improvements were observed not in isolated grammar items but in integrated tasks where language and reasoning had to function together. This supports the argument that AI-enhanced ESP should be understood as a cognitively oriented methodology rather than a digitally updated version of conventional language teaching.

Decision-making ability also improved qualitatively. Students in the experimental group became better at identifying the communicative implications of technical choices, comparing alternatives, and defending a final position in English. They produced more clearly structured justifications and were more willing to explain why one option was preferable to another. This is especially relevant in light of the finding reported by the Alliance for Decision Education, according to which decision-making competence is required in approximately 87% of technical professions [7]. In other words, the integration of decision-oriented communication tasks into ESP is not an optional enrichment but a response to actual labour-market demands.

A more detailed interpretation of the results shows that AI-enhanced ESP changes the internal balance of the learning process. In traditional ESP instruction, the dominant logic often moves from rule explanation to controlled practice and then to limited production. The teacher is the main evaluator, and feedback is usually delayed. In AI-enhanced ESP, by contrast, the dominant logic becomes

adaptive and iterative. Students move from a task scenario to exploratory interaction, receive immediate support, revise their output, and engage in more self-directed reflection. This does not automatically guarantee quality, but it creates more opportunities for active participation, task repetition, and learner autonomy.

The comparative model emerging from the experiment can be summarised in descriptive terms. Traditional ESP is predominantly teacher-centred, linear, and accuracy-oriented. It often treats language as an object to be mastered before it can be used meaningfully. AI-enhanced ESP is more learner-centred, scenario-based, and function-oriented. It allows students to use language while learning it, especially in professionally framed situations. Traditional ESP offers limited personalisation; AI-enhanced ESP allows differentiated pathways, immediate response, and more individualised pacing.

This finding is important because AI integration also introduces substantial pedagogical and ethical challenges. UNESCO's Recommendation on the Ethics of Artificial Intelligence stresses transparency, fairness, accountability, and the protection of personal data in educational contexts [9]. The European Commission's Digital Education Action Plan emphasises the need to strengthen digital competence and responsible AI use in higher education [10]. These frameworks make it clear that pedagogical innovation cannot be reduced to technological adoption. If AI is used without methodological regulation, students may become dependent on generated texts, lose confidence in their own judgement, or confuse language support with intellectual substitution. Therefore, one of the central responsibilities of ESP teachers is to create conditions in which AI enhances rather than replaces student agency.

This requires not only digital literacy but also pedagogical reinterpretation of the teacher's role. In AI-enhanced ESP, the teacher is no longer merely a transmitter of linguistic material.

On the basis of the findings, a three-level methodological model of AI-enhanced ESP instruction can be proposed. The first level is linguistic support. At this stage, AI tools are used to assist vocabulary development, grammar clarification, pronunciation practice, and text improvement. The second level is communicative simulation. At this stage, AI is integrated into scenario-based tasks such as meetings, briefings, emails, technical problem descriptions, or project discussions. The third level is cognitive integration. Here, AI supports decision-making, comparison of alternatives, information analysis, and reasoned argumentation in professional communication. The pedagogical value of the model lies in the fact that it organises AI not as a random supplement but as a gradual developmental framework moving from language form to professional discourse and from discourse to strategic reasoning.

Several practical recommendations follow from the study. For ESP teachers, it is advisable to integrate AI into communicative tasks rather than using it only for isolated correction. Tasks should require students to analyse, justify, compare, and explain, not merely to generate text. Students should be taught to evaluate AI output critically, identify inaccuracies or stylistic weaknesses, and revise texts independently. Reflection stages should be included regularly so that students compare human-written and AI-generated versions and understand why one formulation is more effective than another.

For curriculum developers, it is important to include AI-based modules in ESP programmes for technical students. Such modules should not be purely digital-skills units but should explicitly connect AI use with professional communication outcomes. Learning objectives should include not only vocabulary acquisition and fluency but also communicative strategy, problem-solving, and ethical AI use. Assessment criteria should likewise be broadened to include clarity of reasoning, appropriateness of professional tone, and quality of decision justification.

For higher education institutions, support is needed at the infrastructural and policy levels. Teachers require training in AI pedagogy, not only in tool usage. Universities should develop guidelines for responsible AI integration, clarify acceptable and unacceptable uses in coursework, and encourage discipline-specific innovation. In technical universities, especially those operating under crisis or wartime conditions, AI-supported learning environments may also become part of broader resilience-oriented educational strategies.

The findings of the study confirm that AI-enhanced ESP instruction can significantly improve the quality of professional training for technical students. It strengthens motivation, develops communicative competence, supports analytical reasoning, and enhances the quality of decision-oriented professional communication. The most important pedagogical effect lies in the integration of language and cognition: students do not simply learn English about their field; they learn to act, decide, and interact professionally through English. This transforms ESP from a largely linguistic subject into a strategically oriented educational domain aligned with the realities of global technical professions.

At the same time, the study demonstrates that the value of AI is not automatic. AI becomes educationally meaningful only when embedded into a coherent pedagogical structure that combines communicative authenticity, cognitive challenge, ethical awareness, and guided reflection. The future of ESP in technical education therefore depends not only on the spread of new tools but on the development of methodologically grounded hybrid models. Further research should focus on longitudinal studies of AI-enhanced ESP, deeper discipline-specific adaptation for particular technical specialisations, and the integration of AI with immersive environments such as virtual or augmented reality. Such directions may further strengthen the role of ESP in preparing technically competent, communicatively effective, and strategically capable professionals for international and crisis-sensitive professional environments.

РОЗДІЛ 4

ПРИКОРДОННА БЕЗПЕКА УКРАЇНИ В УМОВАХ СУЧАСНИХ ЗАГРОЗ: ПРАВОВІ МЕХАНІЗМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА ЄВРОПЕЙСЬКИЙ ВИМІР

Білека Аліна Анатоліївна, кандидат юридичних наук, доцент,
доцент кафедри управління у сфері цивільного захисту ННІ цивільного
захисту, Національний університет цивільного захисту України,
м. Черкаси

Горбаченко Юрій Миколайович, кандидат історичних наук,
доцент, доцент кафедри підвищення кваліфікації та спеціалізованої
підготовки у сфері цивільного захисту ННІ інженерної та спеціальної
підготовки, Національний університет цивільного захисту України, м.
Черкаси

Пасинчук Кирило Миколайович, кандидат педагогічних наук,
доцент, доцент кафедри підвищення кваліфікації та спеціалізованої
підготовки у сфері цивільного захисту ННІ інженерної та спеціальної
підготовки, Національний університет цивільного захисту України, м.
Черкаси

Сучасний етап розвитку України характеризується суттєвим загостренням безпекових викликів, зумовлених як внутрішніми, так і зовнішніми факторами, серед яких визначальне місце посідає повномасштабна збройна агресія російської федерації. У таких умовах особливої актуальності набуває питання забезпечення прикордонної безпеки як складової національної безпеки держави [1].

Прикордонна безпека виступає комплексним явищем, що поєднує політичні, правові, військові, організаційні та технологічні аспекти функціонування державного кордону. Її ефективність безпосередньо впливає на рівень захищеності державного суверенітету, територіальної цілісності та національних інтересів України [2].

В умовах воєнного стану значно зростає роль Державної прикордонної служби України як суб'єкта сектору безпеки і оборони, що забезпечує не лише контроль за перетинанням державного кордону, але й бере безпосередню участь у протидії воєнним, терористичним та іншим загрозам [3].

Водночас сучасні процеси європейської інтеграції України обумовлюють необхідність гармонізації національного законодавства у сфері прикордонної безпеки з правом Європейського Союзу та стандартами НАТО. Це вимагає впровадження підходів інтегрованого управління кордонами, що передбачають координацію діяльності всіх суб'єктів забезпечення прикордонної безпеки та використання сучасних технологій моніторингу і контролю [4].

Аналіз сучасного стану правового регулювання у сфері безпеки державного кордону свідчить про наявність значної кількості нормативно-правових актів різного рівня, які формують комплексну, проте недостатньо систематизовану правову основу функціонування прикордонної безпеки [5].

З огляду на це, особливої наукової та практичної значущості набуває дослідження правових механізмів забезпечення прикордонної безпеки України та визначення напрямів їх удосконалення з урахуванням сучасних викликів і європейського вектору розвитку держави.

Правове регулювання у сфері безпеки державного кордону України характеризується багаторівневістю та комплексністю, оскільки охоплює норми конституційного, адміністративного, військового та міжнародного

права. Відповідно до Конституції України забезпечення державної безпеки та захист державного кордону покладається на відповідні військові формування та правоохоронні органи [6].

Ключову роль у формуванні правових засад прикордонної безпеки відіграють закони України «Про державний кордон України» та «Про національну безпеку України», які визначають основні принципи організації та функціонування системи забезпечення національної безпеки, а також встановлюють повноваження суб'єктів у цій сфері [1].

Разом із тим значну роль відіграють підзаконні нормативно-правові акти, зокрема стратегії, концепції та програми розвитку, які визначають стратегічні напрями реформування системи прикордонної безпеки. Зокрема, Стратегія інтегрованого управління кордонами передбачає впровадження комплексного підходу до забезпечення прикордонної безпеки, що базується на координації діяльності різних державних органів та використанні сучасних технологій контролю [4].

Важливим напрямом розвитку правового забезпечення прикордонної безпеки є його адаптація до стандартів Європейського Союзу. Це передбачає гармонізацію національного законодавства з *acquis* ЄС, впровадження принципів інтегрованого управління кордонами, а також посилення міжнародного співробітництва у сфері безпеки [2].

Окремого значення набуває питання забезпечення кібербезпеки прикордонної інфраструктури, що пов'язано з активним використанням інформаційно-комунікаційних систем у процесах контролю та управління державним кордоном. Відповідно до законодавства України у сфері кібербезпеки, захист інформаційних ресурсів є невід'ємною складовою національної безпеки держави [7].

У науковій літературі прикордонна безпека розглядається як складова національної безпеки, що має системний характер і охоплює як

внутрішній, так і зовнішній виміри забезпечення захищеності держави [8].

З огляду на це, удосконалення правових механізмів забезпечення прикордонної безпеки України має здійснюватися з урахуванням як національних інтересів, так і європейських інтеграційних процесів, що забезпечить підвищення ефективності функціонування системи безпеки державного кордону в умовах сучасних викликів.

Подальший розвиток безпекового середовища в Україні свідчить про ускладнення характеру загроз прикордонній безпеці, що зумовлено поєднанням традиційних та гібридних чинників впливу. Особливістю сучасного етапу є трансформація загроз із локальних у комплексні, що охоплюють військову, політичну, економічну, інформаційну та кібернетичну сфери [2].

Однією з визначальних загроз залишається збройна агресія російської федерації, яка супроводжується активним використанням прикордонного простору для здійснення наступальних і розвідувально-диверсійних дій. Державний кордон у таких умовах виступає не лише об'єктом охорони, але й елементом системи оборони держави, що потребує відповідного нормативного та організаційного забезпечення [2].

Суттєву небезпеку становить діяльність диверсійно-розвідувальних груп, які можуть використовувати прикордонні території для проникнення вглиб держави, здійснення актів саботажу та збору розвідувальної інформації. Такі загрози вимагають посилення взаємодії між Державною прикордонною службою України, Збройними Силами України та іншими складовими сектору безпеки і оборони [3].

Не менш важливою є проблема транскордонної злочинності, яка охоплює незаконну міграцію, торгівлю людьми, контрабанду зброї, наркотичних засобів та інших заборонених предметів. В умовах воєнного

стану ці явища набувають нових форм і часто використовуються як інструменти дестабілізації внутрішньої ситуації в державі.

Зростання міграційних процесів, зумовлених як військовими конфліктами, так і соціально-економічними факторами, створює додаткове навантаження на систему прикордонного контролю. При цьому важливим завданням держави є забезпечення балансу між безпекою та дотриманням прав людини, що відповідає європейським стандартам у сфері міграційної політики [4].

Окремої уваги потребують гібридні загрози, які поєднують інформаційно-психологічний вплив, кібероперації та економічний тиск. Такі загрози спрямовані на підрив довіри до державних інституцій, дестабілізацію суспільства та ослаблення системи національної безпеки в цілому.

У цьому контексті особливого значення набуває кібербезпека прикордонної інфраструктури. Використання автоматизованих систем управління, баз даних, електронних засобів контролю перетину кордону зумовлює необхідність їх належного захисту від несанкціонованого доступу, кібератак та інших загроз у кіберпросторі [7].

Слід також враховувати геополітичний фактор, який проявляється у зростанні напруженості у прикордонних регіонах, мілітаризації суміжних територій та активізації військової присутності потенційних противників поблизу державного кордону України [2].

Важливим викликом залишається недостатній рівень розвитку прикордонної інфраструктури, що ускладнює ефективне здійснення контролю та реагування на загрози. Це стосується як технічного оснащення пунктів пропуску, так і систем моніторингу та спостереження за прикордонною смугою [4].

Сукупність зазначених факторів формує складну систему загроз, що потребує комплексного підходу до їх нейтралізації. Такий підхід має

ґрунтуватися на поєднанні правових, організаційних, військових та технологічних заходів, а також враховувати необхідність інтеграції України до європейського безпекового простору.

Сучасне законодавство України у сфері прикордонної безпеки та безпеки державного кордону характеризується складною багаторівневою структурою, що зумовлено міжгалузевим характером правового регулювання відповідних суспільних відносин. Формування цієї системи відбувається під впливом як внутрішніх потреб держави у забезпеченні національної безпеки, так і зовнішніх чинників, зокрема процесів європейської інтеграції [2].

На конституційному рівні закріплюються базові засади забезпечення державної безпеки та захисту державного кордону. Конституція України визначає, що захист суверенітету і територіальної цілісності держави є найважливішою функцією держави, а також встановлює, що відповідні повноваження покладаються на військові формування та правоохоронні органи [6]. Таким чином, конституційні положення формують фундамент правового регулювання у сфері прикордонної безпеки.

Законодавчий рівень правового регулювання представлений насамперед законами України «Про національну безпеку України», «Про державний кордон України» та «Про Державну прикордонну службу України», які визначають правові, організаційні та функціональні основи діяльності суб'єктів забезпечення прикордонної безпеки [1]. Зазначені нормативно-правові акти встановлюють систему органів, їх повноваження, а також основні принципи взаємодії у сфері захисту державного кордону.

Особливе місце у системі законодавства посідають акти стратегічного характеру, які визначають довгострокові напрями розвитку системи прикордонної безпеки. До них належать Стратегія національної безпеки України та Стратегія інтегрованого управління кордонами, які

передбачають впровадження сучасних підходів до організації прикордонного контролю та координації діяльності суб'єктів сектору безпеки і оборони [2; 4].

Важливим елементом правового регулювання є підзаконні нормативно-правові акти, що приймаються Кабінетом Міністрів України, центральними органами виконавчої влади та іншими суб'єктами владних повноважень. Саме на цьому рівні відбувається деталізація положень законів, регламентація процедур здійснення прикордонного контролю, організація взаємодії між органами та визначення порядку реагування на загрози [4].

У науковій літературі обґрунтовується підхід до розгляду законодавства у сфері прикордонної безпеки як самостійної системи, що має комплексний характер і поєднує норми різних галузей права. Зокрема, дослідники зазначають, що прикордонне право формується як інтегративне утворення, яке синтезує норми адміністративного, військового та міжнародного права [5].

Водночас сучасний стан правового регулювання характеризується наявністю певних проблем, пов'язаних із фрагментарністю нормативно-правової бази, дублюванням окремих положень та відсутністю єдиного системного підходу до регулювання прикордонної діяльності. Це ускладнює ефективне застосування законодавства та потребує його подальшої систематизації і вдосконалення.

Окремою проблемою є недостатня узгодженість національного законодавства з міжнародними та європейськими стандартами у сфері прикордонної безпеки. У контексті європейської інтеграції це питання набуває особливої актуальності, оскільки Україна зобов'язана адаптувати своє законодавство до правових норм Європейського Союзу та враховувати найкращі практики функціонування систем інтегрованого управління кордонами [2].

Слід зазначити, що інтегроване управління кордонами передбачає комплексний підхід до забезпечення прикордонної безпеки, який включає не лише контроль за перетинанням державного кордону, але й управління ризиками, міжвідомчу координацію, міжнародне співробітництво та використання сучасних інформаційних технологій [4].

Таким чином, законодавство у сфері прикордонної безпеки України являє собою складну, багаторівневу та динамічну систему, яка потребує подальшого вдосконалення з урахуванням сучасних викликів та європейського вектору розвитку держави. Підвищення ефективності правового регулювання можливе лише за умови забезпечення його системності, узгодженості та відповідності міжнародним стандартам.

Європейська інтеграція України є визначальним чинником трансформації системи забезпечення прикордонної безпеки та обумовлює необхідність приведення національного законодавства у відповідність до стандартів Європейського Союзу. У цьому контексті особливого значення набуває впровадження концепції інтегрованого управління кордонами, яка закріплена у відповідних стратегічних документах держави [4].

Інтегроване управління кордонами передбачає комплексне поєднання заходів, спрямованих на забезпечення належного рівня прикордонної безпеки при одночасному збереженні відкритості кордонів для законного переміщення осіб і товарів. Такий підхід базується на принципах міжвідомчої взаємодії, управління ризиками, використання сучасних інформаційних технологій та міжнародного співробітництва [4].

У процесі європейської інтеграції Україна поступово імплементує положення права Європейського Союзу у сфері управління кордонами, що передбачає адаптацію національного законодавства до європейських

стандартів прикордонного контролю та безпеки. Відповідні напрями визначені Стратегією національної безпеки України, яка закріплює курс держави на інтеграцію до європейського та євроатлантичного безпекового простору [2].

Значна увага приділяється розвитку міжнародного співробітництва у сфері прикордонної безпеки, що передбачає взаємодію з державами-членами Європейського Союзу та іншими міжнародними партнерами. Така співпраця сприяє обміну інформацією, впровадженню сучасних практик управління кордонами та підвищенню ефективності реагування на загрози [2].

Важливим напрямом є впровадження сучасних підходів до управління ризиками, що дозволяє підвищити ефективність прикордонного контролю шляхом концентрації ресурсів на найбільш загрозованих напрямках. Це відповідає загальним принципам функціонування системи інтегрованого управління кордонами [4].

Разом із тим процес адаптації українського законодавства до європейських стандартів супроводжується низкою викликів, зокрема необхідністю модернізації прикордонної інфраструктури, підвищення рівня технічного оснащення та вдосконалення координації між суб'єктами забезпечення прикордонної безпеки.

Особливої актуальності набуває цифровізація процесів управління державним кордоном, що передбачає використання інформаційно-комунікаційних технологій, автоматизованих систем контролю та електронних баз даних. У цьому контексті важливу роль відіграє забезпечення кібербезпеки відповідних систем, що визначено на законодавчому рівні [7].

Водночас розвиток системи прикордонної безпеки має здійснюватися з урахуванням необхідності дотримання прав і свобод людини. Законодавство України у сфері національної безпеки визначає

пріоритет прав людини як основу діяльності держави, що має враховуватися при здійсненні прикордонного контролю [1].

Таким чином, європейський вимір розвитку прикордонної безпеки України визначає стратегічні напрями вдосконалення національного законодавства та практики його застосування. Впровадження європейських підходів сприятиме підвищенню ефективності функціонування системи забезпечення безпеки державного кордону.

Подальший розвиток системи прикордонної безпеки України потребує комплексного вдосконалення правового регулювання, яке має здійснюватися з урахуванням сучасних безпекових викликів, а також стратегічного курсу держави на європейську інтеграцію. В умовах воєнного стану особливого значення набуває формування ефективних правових механізмів, здатних забезпечити оперативне реагування на загрози та підвищити стійкість держави до зовнішніх і внутрішніх викликів [2].

Одним із ключових напрямів удосконалення законодавства є забезпечення його системності та узгодженості. Наявна нормативно-правова база у сфері прикордонної безпеки характеризується фрагментарністю та наявністю окремих колізій, що ускладнює її практичне застосування. У зв'язку з цим доцільним є формування цілісної концепції розвитку законодавства у сфері прикордонної безпеки та безпеки державного кордону, яка б визначала стратегічні пріоритети та напрями його модернізації [5].

Важливим напрямом є подальша адаптація національного законодавства до стандартів Європейського Союзу. Це передбачає не лише формальне приведення нормативно-правових актів у відповідність до *acquis EC*, але й запровадження європейських підходів до організації прикордонного контролю, управління ризиками та міжвідомчої взаємодії [4].

Окремої уваги потребує вдосконалення механізмів координації діяльності суб'єктів забезпечення прикордонної безпеки. У сучасних умовах ефективність функціонування системи значною мірою залежить від рівня взаємодії між органами державної влади, зокрема Державною прикордонною службою України, Збройними Силами України, правоохоронними органами та іншими структурами сектору безпеки і оборони [3].

Важливим напрямом розвитку є також цифровізація процесів управління прикордонною безпекою. Впровадження сучасних інформаційних технологій, автоматизованих систем контролю, аналітичних інструментів та баз даних сприятиме підвищенню ефективності прийняття управлінських рішень і оперативності реагування на загрози. При цьому необхідно забезпечити належний рівень кіберзахисту таких систем відповідно до вимог законодавства у сфері кібербезпеки [7].

Не менш важливим є вдосконалення понятійно-категоріального апарату у сфері прикордонної безпеки. Відсутність законодавчо закріплених визначень окремих ключових понять, зокрема «прикордонна безпека» та «безпека державного кордону», ускладнює правозастосовну практику та потребує відповідного нормативного врегулювання [8].

З урахуванням зазначеного, перспективним є впровадження комплексного підходу до формування правових механізмів забезпечення прикордонної безпеки, який передбачає поєднання правових, організаційних, військових та технологічних заходів. Такий підхід дозволить забезпечити належний рівень захищеності державного кордону та ефективне функціонування системи національної безпеки в цілому [1].

Узагальнюючи викладене, слід зазначити, що прикордонна безпека України в умовах сучасних загроз набуває стратегічного значення для

забезпечення національної безпеки держави. Сучасні виклики, зокрема військова агресія, гібридні загрози, транскордонна злочинність та кіберзагрози, зумовлюють необхідність постійного вдосконалення правового регулювання у цій сфері.

Ефективність системи забезпечення прикордонної безпеки значною мірою залежить від рівня її нормативно-правового забезпечення, яке має бути системним, узгодженим та адаптованим до сучасних умов. Важливим чинником розвитку цієї системи є європейська інтеграція України, що визначає необхідність гармонізації законодавства з правом Європейського Союзу та впровадження європейських стандартів управління кордонами.

Таким чином, удосконалення правових механізмів забезпечення прикордонної безпеки України є необхідною умовою підвищення ефективності функціонування держави в умовах сучасних викликів та загроз, а також важливим елементом інтеграції України до європейського безпекового простору.

CHAPTER 5

EUROPEAN EXPERIENCE OF UKRAINE OCCUPATIONAL SAFETY MONITORING

Pochapska Iryna, Candidate of Technical Science, Associate professor,
Associate professor of the Department of Occupational and Life Safety, Lviv
Polytechnic National University, Lviv

Article 43 of the Constitution of Ukraine guarantees every individual the right to proper, safe, and healthy working conditions. Ensuring this right requires systematic monitoring of occupational safety at enterprises. The entities, authorities, and forms of control and supervision in the field of occupational health and safety (OHS) are comprehensively defined in the Law of Ukraine «On Occupational Safety» [1].

Occupational safety monitoring in Ukraine represents an integrated system that combines mechanisms of state supervision – implemented by competent regulatory bodies, in particular the State Service of Ukraine on Labour (commonly known as Derzhpratsi) – with internal organizational control at the enterprise level. This system operates through scheduled and unscheduled inspections, workplace certification based on working conditions, continuous staff training in OHS, as well as the identification and assessment of occupational risks. The primary objective of monitoring is the prevention of occupational injuries and the ensuring of compliance with current legislation, which is achieved through the activities of specialized OHS units within enterprises.

Following the signing of the Association Agreement between Ukraine and the European Union in 2014, Ukraine has undertaken significant efforts to harmonize its national legislation with international and European standards in occupational safety and health.

Table 1

Comparative Analysis of Occupational Safety Monitoring in the EU and
Ukraine by Sector

Sector	European Experience / Regulatory Framework	Ukraine
Energy and electrical work	Use of remote monitoring sensors at substations, allowing personnel to avoid entering high-risk zones unnecessarily (Directive 2013/35/EU)	Transition from paper-based work permits to digital authorization systems and online monitoring of insulation and grounding conditions
Chemical industry and hazardous substances	Continuous monitoring of airborne substance concentrations using automated systems integrated into enterprise networks (REACH Regulation; Directive 98/24/EC)	Introduction of EU-standard safety data sheets and replacement of outdated laboratory methods with portable gas analyzers with data transmission functions
Digital sector and remote work (IT, offices)	Monitoring of mental health and ergonomics; implementation of the “Right to Disconnect” as part of psychosocial risk management (Directive 90/270/EEC)	Adoption of European workplace standards and employee mental health insurance as part of well-being monitoring
Transport and logistics	Strict monitoring through digital tachographs with automatic data transmission to supervisory authorities (Directive 2002/15/EC)	Full harmonization with EU rules on drivers’ working and rest time; monitoring has become fully digital

By Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated December 12, 2018 (No. 989-r), the Concept for Reforming the Occupational Safety Manage-

ment System in Ukraine was approved. Its primary objective is the establishment of a national system for the prevention of occupational risks, ensuring the effective realization of employees' rights to safe and healthy working conditions, and the gradual implementation of the provisions of Council Directive 89/391/EEC of June 12, 1989, on the introduction of measures to encourage improvements in the safety and health of workers at work.

Ukraine is gradually adopting an approach similar to the practices of the European Agency for Safety and Health at Work (EU-OSHA), whereby labour inspections are based on the risk level of enterprises and utilize data on occupational accidents for planning inspection activities.

Key areas aligned with the general principles defined in Directive 89/391/EEC [2] include strengthening employer responsibility; encouraging voluntary OHS audits; introducing economic incentives for employers and employees to promote safe and healthy working conditions; enhancing employee training; fostering a culture of occupational safety and health; improving OHS legislation by eliminating duplicative, outdated, and contradictory provisions; and integrating international standards into national legislation. [3]

European approaches – particularly through sector-specific directives – are being adapted across various sectors of the Ukrainian economy. A comparative sectoral analysis is presented in Table 1. In the European Union, occupational safety monitoring is largely based on and focused around specific Directives. [4]

Potential risks across selected sectors in Ukraine are presented in Table 2. The proposed safety improvement measures are based on key indicators used for occupational safety monitoring in accordance with EU Directives.

European integration involves not only changes in regulatory frameworks but also technological modernization. Occupational safety monitoring is becoming increasingly «smart», incorporating innovations such as sensors embedded in construction helmets, driver fatigue monitoring systems, and advanced fire safety con-

trol systems. This transformation integrates Ukrainian science and technology into the global safety ecosystem.

Table 2

Comparative Analysis of Sectoral Risks Based on EU Standards in Ukraine

Sector	Key Monitoring Instrument in the EU	Impact on Technologies in Ukraine
Agriculture	Monitoring of vibration and noise (Directive 2002/44/EC)	Modernization of machinery fleets and installation of high-protection cabins
Healthcare	Protection against biological agents (Directive 2000/54/EC)	Implementation of electronic systems for tracking infectious risks and personal protective equipment (PPE)
Mining	Monitoring of mine atmosphere composition (Directive 92/104/EEC)	Automated personnel positioning and emergency communication systems underground

Risk analysis methods in Ukraine are currently undergoing a significant transformation – from outdated Soviet-era approaches to modern international standards, particularly those based on ISO frameworks.

Historically, Ukraine inherited a system of occupational safety control from the Soviet period that differs fundamentally from contemporary European models. The primary focus was placed on technical reliability and strict compliance with state standards, rather than on probabilistic risk assessment.

One of the central methods used was the compliance audit, which involved comparing the actual condition of a facility with prescribed standards. This approach emphasized formal compliance with regulatory norms without assessing the real probability or severity of risks under specific conditions. For example, if a

standard required a protective barrier height of 1.1 meters, a height of 1.0 meters would be considered a violation regardless of the actual level of risk.

Statistical analysis was also employed, based on indicators such as injury frequency rates and severity coefficients. However, monitoring was typically reactive, beginning only after an accident had occurred. In the absence of reported injuries during a given period, it was assumed that «no risks were present».

The administrative and public three-tier control system (within the Occupational Safety Management System) was operationally effective; however, its hierarchical structure often suffered from excessive formalism, including superficial reporting practices.

Workplace Certification (attestation of workplaces) remains partially in use in Ukraine and involves the measurement of physical factors such as noise, dust, vibration, and lighting conditions.

Nevertheless, the primary objective of Workplace Certification has traditionally been not the elimination of hazards but rather the confirmation of employees' entitlement to «benefits and compensations» (e.g., provision of milk, additional leave, or early retirement). In contrast, the European approach prioritizes the elimination of harmful factors, rather than compensatory measures.

Following the signing of the Association Agreement between Ukraine and the European Union, the very essence of occupational safety monitoring has undergone significant transformation (see Table 3). Reactive approaches have largely been replaced by proactive strategies, fundamentally reshaping the concept of safety. The modern approach is aligned with contemporary requirements and is no longer limited to large industrial enterprises but increasingly extends to small and medium-sized businesses.

Directive 89/391/EEC (Article 6) [2] obliges employers to maintain documented risk assessments. In Ukraine, this requirement is becoming mandatory through updated audit procedures.

Table 3

Comparison of Approaches to Occupational Safety Monitoring

Comparison Parameter	Traditional Approach (Ukraine before reform)	European Approach (Directive 89/391/EEC)	Current Status in Ukraine
Philosophy of control	Reactive: response to accidents or violations	Proactive: prevention through hazard identification	Transitional stage; implementation of risk management systems
Object of monitoring	Compliance with strict standards (DSTU, DSN, DBN) and documentation	Risks: assessment of probability and severity at each workplace	Gradual replacement of outdated regulations with new frameworks
Role of employee	Passive executor of instructions; subject of supervision	Active participant reporting hazards (“right to know”)	Introduction of safety representatives
Main document	Standard OHS instructions (template-based)	Risk Assessment: dynamic, context-specific document	Implementation of ISO 45001 and internal audits
Purpose of monitoring	Avoidance of penalties during inspections	Continuous improvement (Vision Zero concept)	Focus on reducing injury rates as key performance indicators (KPIs)

For example, in excavation works (which are critical for engineering infrastructure), the European approach requires continuous monitoring of soil conditions and groundwater levels on a shift-by-shift basis, rather than only prior to the commencement of the project.

European practices also involve the use of digital checklists in mobile applications, enabling real-time monitoring instead of retrospective recording in paper-based logs.

In essence, the harmonization of Ukrainian legislation with European directives – particularly Directive 89/391/EEC – constitutes an integral component of EU social policy. At the same time, modern occupational safety monitoring is increasingly dependent on digital solutions and specialized software, including IoT sensors in construction, automated risk control systems, and Big Data analytics. This transformation contributes to the development of the «Smart Safety» paradigm in Ukraine.

At present, Ukrainian enterprises implement occupational safety monitoring (albeit not always comprehensively) using the following methods:

– Checklist Analysis

This method involves compiling a list of questions based on regulatory requirements (NPAPD and DSTU standards). An inspector or OHS engineer evaluates the workplace by marking «yes/no» responses (e.g., «Is grounding provided?» «Are moving parts properly guarded?»). While simple and practical, this method primarily identifies visible violations and does not account for hidden or latent risks.

– Matrix Method (based on DSTU ISO 31010:2022)

Actively implemented within the framework of European integration, this method evaluates each hazardous event according to its probability of occurrence (from «rare» to «frequent») and severity of consequences (from «minor injury» to «fatality»). The product of these parameters determines the risk level (low, medium, high, critical).

– What-If Analysis

Typically applied during the design or modernization of production lines and engineering systems. Expert teams pose hypothetical scenarios such as: «What if

this valve fails?» or «What if there is a power outage?» This method enables the identification of non-standard and complex accident scenarios.

– Preliminary Hazard Analysis (PHA)

Used in the early stages of projects, this method involves identifying all potential sources of hazards (electrical, pressure-related, chemical, mechanical) and defining preventive safety measures for each.

– Fine–Kinney Method

Widely used in large Ukrainian enterprises, particularly those with foreign investment, due to its quantitative precision.

Risk (R) is calculated as: $R=S \times E \times P$

where:

S (Severity) – consequence severity;

E (Exposure) – frequency of exposure to the hazard;

P (Probability) – likelihood of occurrence.

– Fault Tree Analysis (FTA)

Applied to high-risk facilities (e.g., nuclear power plants, chemical plants). This method involves constructing a graphical model in which the top event represents a major accident, while underlying branches illustrate combinations of equipment failures and human errors leading to that event.

The Matrix Method, ISO 45001 [5], and DSTU EN ISO 12100:2016 [6] are increasingly replacing traditional inspection approaches based solely on checklists in Ukraine.

Thus, monitoring under EU Directives represents a proactive process – focused on identifying risks before accidents occur – whereas Ukraine historically relied on a reactive model, responding only after incidents had taken place. European integration is fundamentally aimed at facilitating the transition toward a proactive, risk-oriented monitoring system [7, 8].

A significant conceptual shift is also observed: from a system focused solely on compliance with standards to one centered on the protection of human life and

health, as well as the risks associated with human activity. The emphasis on punitive measures is being replaced by the elimination of root causes of hazards. The economic dimension is also evolving – from compensating for damages to investing in preventive measures.

Occupational safety documentation at enterprises is undergoing transformation as well: electronic document management systems are being introduced, risk assessments are becoming standard practice, and digital checklists are replacing extensive paper logs and multiple approval signatures.

The previous safety monitoring system was effective for large industrial enterprises operating under strict discipline; however, it lacks the flexibility required for modern technologies and dynamic work environments. European integration requires Ukraine to move away from «paper-based safety» toward real risk assessment, to transition from a punitive model (based on fines) to a preventive model (based on risk management), to design safe workplaces in accordance with European standards, and to implement transparent reporting practices aligned with EU methodologies.

РОЗДІЛ 6

AI-ОРІЄНТОВАНА ІНЖЕНЕРІЯ ВИМОГ ДЛЯ БЕЗПЕЧНОГО ТА ЕКОЛОГІЧНОГО ПЗ

Попова Марія Олександрівна, кандидат економічних наук, доцент,
доцент кафедри інженерії програмного забезпечення, Національний
університет «Одеська політехніка», Україна, Одеса

Сучасний розвиток інформаційних технологій характеризується стрімким зростанням складності програмних систем, що обумовлює підвищення вимог до їх надійності, безпеки та ефективності використання ресурсів. У цьому контексті інженерія програмного забезпечення дедалі більше орієнтується не лише на функціональні характеристики систем, але й на нефункціональні аспекти, серед яких особливого значення набувають кібербезпека та екологічна стійкість. Врахування цих характеристик на ранніх етапах життєвого циклу програмного забезпечення, зокрема під час формування вимог, є ключовою передумовою створення якісних та надійних програмних продуктів.

Проблема полягає в тому, що традиційні підходи до інженерії вимог не забезпечують належного рівня системності при врахуванні нефункціональних характеристик. Як свідчать сучасні дослідження, значна частина помилок у програмному забезпеченні пов'язана саме з недоліками на етапі визначення вимог, зокрема з їх неповнотою, неоднозначністю або відсутністю критично важливих аспектів безпеки [1, с. 3]. Крім того, аналіз сучасних підходів показує, що вимоги до кібербезпеки часто формулюються фрагментарно та не інтегруються у загальну структуру специфікацій, що підвищує ризик виникнення вразливостей [2, с. 5].

Паралельно з цим актуалізується проблема екологічності програмного забезпечення. У сучасних дослідженнях підкреслюється, що програмні

системи мають значний вплив на енергоспоживання та використання обчислювальних ресурсів, однак питання енергоефективності рідко враховуються на етапі формування вимог [3, с. 2]. Це зумовлює необхідність інтеграції принципів сталого розвитку у процес інженерії програмного забезпечення.

Останні роки характеризуються активним впровадженням технологій штучного інтелекту у різні етапи розробки програмного забезпечення. Зокрема, використання великих мовних моделей відкриває нові можливості для аналізу текстових вимог, виявлення суперечностей та автоматичного вдосконалення специфікацій [4, с. 1]. Дослідження показують, що застосування методів обробки природної мови дозволяє підвищити якість вимог за рахунок виявлення прихованих недоліків та покращення їх узгодженості [5, с. 4].

Водночас існуючі підходи до використання штучного інтелекту в інженерії вимог переважно зосереджені на окремих аспектах аналізу тексту і не забезпечують комплексної інтеграції вимог до безпеки та екологічності. Крім того, у сучасних роботах наголошується на необхідності забезпечення прозорості та пояснюваності результатів роботи AI-систем, що є важливим фактором їх практичного застосування [6, с. 6].

Таким чином, актуальність дослідження зумовлена необхідністю розробки підходів до інженерії вимог, які поєднують можливості штучного інтелекту з принципами безпечного та екологічного проектування програмного забезпечення. Особливої ваги набуває формування таких підходів у контексті сучасних вимог до якості програмних систем та їх відповідності концепції сталого розвитку.

Метою роботи є розробка та обґрунтування підходу до AI-орієнтованої інженерії вимог, що забезпечує інтеграцію вимог кібербезпеки та енергоефективності на ранніх етапах життєвого циклу програмного забезпечення з використанням методів штучного інтелекту.

У межах проведеного дослідження було здійснено системний аналіз сучасних підходів до інженерії вимог у контексті розробки програмного забезпечення. Встановлено, що попри наявність стандартизованих процесів і методик, формування вимог залишається складною діяльністю, значною мірою залежною від людського чинника. Це пояснюється тим, що вимоги формуються в умовах взаємодії різних зацікавлених сторін, які можуть мати відмінні або навіть суперечливі очікування щодо функціональності, безпеки та ефективності системи. У результаті цього виникають неоднозначності, пропуски та логічні суперечності, які не завжди виявляються на ранніх етапах, але мають суттєвий вплив на якість кінцевого продукту.

Особливої уваги потребує питання врахування нефункціональних вимог, серед яких ключове місце займають вимоги до кібербезпеки та енергоефективності. Аналіз показав, що в більшості випадків такі вимоги або формулюються узагальнено, або залишаються поза межами специфікацій. Наприклад, вимоги до безпеки часто подаються у вигляді загальних тверджень без конкретизації механізмів їх реалізації, що ускладнює їх перевірку та впровадження. Водночас вимоги до екологічності, пов'язані з оптимізацією використання ресурсів, часто взагалі не включаються до початкових описів системи, що суперечить сучасним тенденціям сталого розвитку.

З огляду на це було запропоновано підхід до AI-орієнтованої інженерії вимог, який передбачає використання технологій штучного інтелекту як інструменту підтримки аналітика. Основна ідея полягає у поєднанні експертного досвіду людини з можливостями автоматизованого аналізу текстових даних. Такий підхід дозволяє не лише виявляти недоліки у сформульованих вимогах, але й пропонувати шляхи їх удосконалення з урахуванням сучасних вимог до безпеки та екологічності.

На початковому етапі дослідження було сформовано репрезентативний набір текстових вимог, який включає приклади з різних предметних

областей. Це дозволило врахувати різноманітність стилів формулювання та контекстів використання вимог. У процесі аналізу було встановлено, що більшість вимог мають неструктурований характер, що ускладнює їх автоматичну обробку. Для подолання цієї проблеми було застосовано семантичний підхід до аналізу тексту, який дозволяє інтерпретувати зміст вимог незалежно від їх конкретного формулювання.

Подальший етап дослідження передбачав розробку механізму виявлення прогалин у вимогах. Для цього було визначено типові характеристики безпечних та енергоефективних систем, які використовуються як орієнтири для аналізу. Інтелектуальна система здійснює порівняння наявних вимог із цими характеристиками та визначає відсутні або недостатньо деталізовані аспекти. У разі виявлення таких прогалин система формує рекомендації щодо їх уточнення, що дозволяє підвищити повноту та якість специфікації.

У процесі дослідження також було встановлено, що вимоги до безпеки та енергоефективності часто перебувають у складній взаємозалежності. Зокрема, підвищення рівня захисту може супроводжуватися зростанням обчислювального навантаження, тоді як оптимізація використання ресурсів може впливати на рівень безпеки. У зв'язку з цим запропонований підхід передбачає одночасний аналіз цих аспектів, що дозволяє знаходити збалансовані рішення та уникати односторонніх оптимізацій.

Значну увагу у дослідженні було приділено якості формулювання вимог. Було встановлено, що навіть за наявності необхідних вимог їх некоректне формулювання може призводити до помилок на наступних етапах розробки. У цьому контексті використання AI дозволяє здійснювати аналіз тексту на предмет однозначності, узгодженості та повноти. Система здатна виявляти нечіткі або двозначні формулювання та пропонувати більш точні альтернативи, що сприяє підвищенню якості документації.

Крім того, було досліджено можливість використання штучного інтелекту для узгодження вимог між різними зацікавленими сторонами. У сучасних проєктах часто виникають конфлікти між вимогами різних груп користувачів, що ускладнює процес прийняття рішень. Використання AI у цьому контексті дозволяє аналізувати такі конфлікти та пропонувати компромісні варіанти, що враховують інтереси всіх сторін.

Експериментальна апробація запропонованого підходу була проведена на прикладі розробки вебзастосунку. На першому етапі вимоги формувалися традиційним способом, після чого вони були проаналізовані з використанням AI. Отримані результати показали, що інтелектуальна система змогла виявити низку важливих аспектів, які не були враховані на початковому етапі. Зокрема, було визначено необхідність уточнення вимог до захисту даних та оптимізації використання обчислювальних ресурсів.

Подальше доопрацювання вимог із урахуванням отриманих рекомендацій дозволило підвищити їх якість, що проявилось у більшій узгодженості, деталізації та повноті. Це, у свою чергу, позитивно вплинуло на процес розробки, зменшивши кількість потенційних помилок та підвищивши ефективність взаємодії між учасниками проєкту.

Важливим аспектом дослідження стало визначення ролі аналітика у процесі AI-орієнтованої інженерії вимог. Було встановлено, що ефективність використання AI значною мірою залежить від здатності аналітика правильно інтерпретувати результати аналізу та застосовувати їх у практичній діяльності. У цьому контексті штучний інтелект виступає як інструмент підтримки прийняття рішень, а не як заміна людського досвіду.

Окрему увагу було приділено питанням прозорості та довіри до результатів роботи AI-систем. Встановлено, що для ефективного використання таких систем необхідно забезпечити можливість пояснення отриманих результатів, що дозволяє підвищити рівень довіри з боку користувачів. Це особливо важливо у сфері інженерії програмного

забезпечення, де прийняті рішення можуть мати значний вплив на безпеку та надійність систем.

У процесі дослідження було також проаналізовано вплив доменної специфіки на ефективність запропонованого підходу. Встановлено, що різні предметні області мають свої особливості, які необхідно враховувати під час аналізу вимог. Це зумовлює необхідність адаптації AI-систем до конкретного контексту використання, що підвищує точність та релевантність отриманих результатів.

Крім того, було визначено, що використання AI є особливо ефективним у великих проєктах, де кількість вимог є значною. У таких умовах автоматизація аналізу дозволяє значно скоротити час обробки інформації та зосередити увагу аналітика на більш складних завданнях, що потребують експертного втручання.

Водночас дослідження показало, що використання штучного інтелекту має певні обмеження. Зокрема, AI-системи можуть генерувати рекомендації, які потребують додаткової перевірки, оскільки вони не завжди враховують специфіку конкретного проєкту. Це підкреслює необхідність поєднання автоматизованого аналізу з експертною оцінкою.

На рисунку 1 представлено концептуальну модель результатів AI-орієнтованої інженерії вимог для безпечного та екологічного програмного забезпечення, що відображає взаємозв'язок процесів аналізу вимог, виявлення проблем і застосування штучного інтелекту з подальшим підвищенням точності вимог, рівня кібербезпеки та ефективності використання ресурсів.

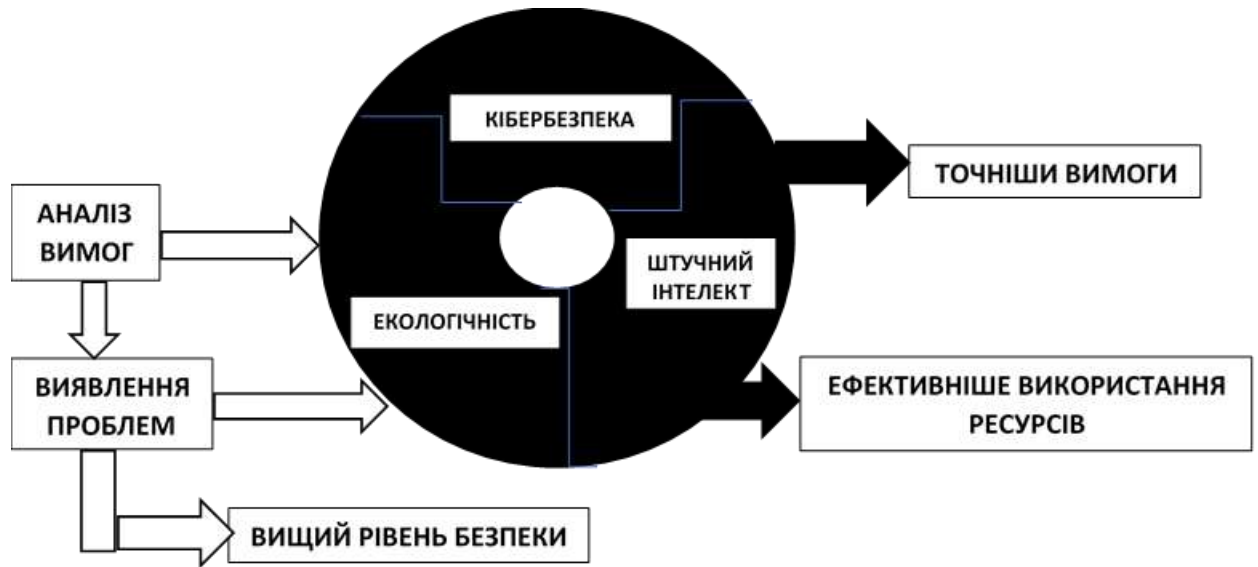


Рис. 1. Концептуальна модель результатів AI-орієнтованої інженерії вимог для безпечного та екологічного програмного забезпечення

Результати проведеного дослідження свідчать про те, що інтеграція AI у процес інженерії вимог дозволяє підвищити їх якість, забезпечити врахування важливих нефункціональних аспектів та зменшити ризик виникнення помилок на наступних етапах розробки. Такий підхід відповідає сучасним тенденціям розвитку програмної інженерії, які орієнтовані на превентивне забезпечення якості та надійності програмних систем.

Таким чином, узагальнення отриманих результатів дозволяє зробити висновок про доцільність впровадження AI-орієнтованої інженерії вимог як складової сучасних процесів розробки програмного забезпечення, що забезпечує поєднання вимог безпеки, екологічності та ефективності в єдиній узгодженій системі.

Подальший розвиток запропонованого підходу передбачає більш глибоке осмислення його місця у сучасних інженерних практиках, зокрема у контексті інтеграції з гнучкими методологіями розробки програмного забезпечення. У сучасних умовах більшість проєктів реалізується із застосуванням ітеративних та інкрементальних підходів, що передбачають

постійне уточнення та перегляд вимог. У цьому контексті використання AI-орієнтованої інженерії вимог дозволяє забезпечити безперервний аналіз та вдосконалення специфікацій, що сприяє підвищенню їх актуальності та узгодженості на кожному етапі розробки.

Зокрема, у межах гнучких методологій важливим є швидке реагування на зміни, що виникають у процесі взаємодії із замовником або користувачами. Запропонований підхід дозволяє оперативно аналізувати нові або змінені вимоги, виявляти потенційні ризики та пропонувати варіанти їх усунення. Це особливо актуально у випадках, коли зміни стосуються нефункціональних аспектів, які традиційно залишаються поза увагою або розглядаються із запізненням.

Крім того, інтеграція AI у процес інженерії вимог відкриває можливості для формування більш формалізованих і водночас гнучких моделей опису вимог. Це дозволяє поєднати переваги текстових описів із можливостями автоматизованого аналізу, що, у свою чергу, сприяє підвищенню якості комунікації між учасниками проєкту. У результаті зменшується ймовірність неправильного трактування вимог та покращується їх розуміння всіма зацікавленими сторонами.

Особливої уваги заслуговує питання використання AI для прогнозування наслідків змін у вимогах. У процесі дослідження було встановлено, що інтелектуальні системи можуть бути використані не лише для аналізу поточного стану вимог, але й для оцінювання потенційного впливу змін на інші аспекти системи. Це дозволяє приймати більш обґрунтовані рішення та уникати негативних наслідків, пов'язаних із несумісністю або конфліктами між вимогами.

У цьому контексті важливим є також забезпечення простежуваності вимог, яка є одним із ключових аспектів сучасної інженерії програмного забезпечення. Використання AI дозволяє автоматизувати процес встановлення зв'язків між різними вимогами, а також між вимогами та

іншими артефактами розробки, такими як архітектурні рішення або тестові сценарії. Це сприяє підвищенню прозорості процесу розробки та полегшує управління змінами.

Подальший аналіз показав, що застосування AI-орієнтованої інженерії вимог має позитивний вплив не лише на якість вимог, але й на загальну ефективність процесу розробки. Зокрема, було встановлено, що використання інтелектуальних інструментів дозволяє скоротити час, необхідний для аналізу та уточнення вимог, що є особливо важливим у проєктах з обмеженими ресурсами. Крім того, це сприяє зменшенню навантаження на аналітиків, дозволяючи їм зосередитися на більш складних і творчих аспектах роботи.

Водночас важливо зазначити, що впровадження запропонованого підходу потребує відповідних організаційних змін. Зокрема, необхідно забезпечити підготовку фахівців, здатних ефективно використовувати AI-інструменти у своїй діяльності. Це включає не лише технічні знання, але й розуміння принципів роботи інтелектуальних систем, а також здатність критично оцінювати отримані результати.

У процесі дослідження також було встановлено, що використання AI може сприяти формуванню нової культури роботи з вимогами, яка базується на більш високому рівні формалізації та системності. Це дозволяє підвищити рівень зрілості процесів розробки та забезпечити більш передбачувані результати. У свою чергу, це сприяє підвищенню довіри до програмних систем з боку користувачів та замовників.

Окрему увагу було приділено питанням етичного використання штучного інтелекту в інженерії вимог. Було встановлено, що при використанні AI необхідно враховувати потенційні ризики, пов'язані з упередженістю моделей або некоректною інтерпретацією даних. У зв'язку з цим важливо забезпечити контроль з боку людини, а також розробити механізми перевірки та валідації результатів роботи AI-систем.

Крім того, було визначено, що перспективним напрямом подальших досліджень є розширення можливостей AI у частині автоматичного формування вимог на основі аналізу предметної області та потреб користувачів.

Таким чином, подальший розвиток AI-орієнтованої інженерії вимог відкриває широкі можливості для вдосконалення процесів розробки програмного забезпечення. Інтеграція інтелектуальних технологій дозволяє підвищити якість вимог, забезпечити врахування критично важливих аспектів та створити умови для більш ефективного управління складними програмними системами. Це підтверджує перспективність запропонованого підходу та доцільність його подальшого дослідження і впровадження у практику.

У результаті проведеного дослідження було здійснено комплексне осмислення проблеми інженерії вимог у контексті сучасних викликів, пов'язаних із забезпеченням кібербезпеки та екологічної стійкості програмного забезпечення. Аналіз теоретичних підходів і практичних аспектів розробки програмних систем дозволив встановити, що саме етап формування вимог є критично важливим для забезпечення якості кінцевого продукту, оскільки помилки або недоліки, допущені на цьому етапі, мають тенденцію до накопичення та ускладнення на наступних стадіях життєвого циклу. У цьому контексті підтверджено, що традиційні підходи до інженерії вимог, незважаючи на їх широке використання, не повною мірою відповідають сучасним потребам, оскільки недостатньо ефективно враховують нефункціональні характеристики, зокрема вимоги до безпеки та енергоефективності.

У ході дослідження було встановлено, що однією з ключових проблем є фрагментарність і неоднозначність формулювання вимог. Значна частина специфікацій містить узагальнені або нечіткі твердження, які не забезпечують однозначного трактування та ускладнюють подальшу

реалізацію. Це особливо критично у випадку вимог до безпеки, де відсутність конкретизації може призводити до виникнення вразливостей, а також у випадку екологічних аспектів, які часто взагалі не враховуються на ранніх етапах розробки. Таким чином, підтверджено необхідність переходу від традиційних підходів до більш системних і інтелектуально підтриманих методів формування вимог.

У рамках дослідження було обґрунтовано доцільність використання технологій штучного інтелекту як інструменту підтримки процесу інженерії вимог. Визначено, що застосування AI дозволяє здійснювати глибший аналіз текстових артефактів, виявляти приховані суперечності, визначати прогалини та формувати рекомендації щодо вдосконалення вимог. При цьому важливим є те, що штучний інтелект не розглядається як автономний заміник аналітика, а виступає як допоміжний інструмент, який підсилює його професійні можливості. Такий підхід дозволяє зберегти контроль над процесом формування вимог, забезпечуючи при цьому більш високий рівень їх якості.

Особливу увагу в дослідженні було приділено інтеграції вимог до кібербезпеки та екологічності у єдину систему. Встановлено, що ці аспекти не можуть розглядатися ізольовано, оскільки вони перебувають у складній взаємозалежності. Зокрема, підвищення рівня безпеки часто супроводжується збільшенням обчислювального навантаження, що може негативно впливати на енергоефективність. Водночас надмірна оптимізація ресурсів може призводити до зниження рівня захисту. У зв'язку з цим було доведено необхідність комплексного підходу, який дозволяє знаходити збалансовані рішення з урахуванням обох аспектів.

Результати експериментальної апробації підтвердили ефективність запропонованого підходу. Зокрема, було встановлено, що використання AI дозволяє виявляти вимоги, які не були враховані на початковому етапі, а також уточнювати вже сформульовані вимоги. Це сприяє підвищенню їх

повноти, узгодженості та деталізації. У свою чергу, це позитивно впливає на процес розробки, зменшуючи кількість помилок і підвищуючи ефективність взаємодії між учасниками проєкту.

Важливим результатом дослідження є також визначення ролі аналітика у процесі AI-орієнтованої інженерії вимог. Показано, що ефективність використання AI значною мірою залежить від здатності аналітика інтерпретувати результати аналізу та приймати обґрунтовані рішення. Це свідчить про необхідність розвитку нових компетенцій у фахівців з інженерії програмного забезпечення, які повинні поєднувати знання у сфері розробки ПЗ із розумінням принципів роботи інтелектуальних систем.

Крім того, у дослідженні було розглянуто питання довіри до результатів роботи AI. Встановлено, що для широкого впровадження таких технологій необхідно забезпечити прозорість їх функціонування та можливість пояснення отриманих результатів. Це є важливою умовою прийняття рішень у сфері розробки програмного забезпечення, де помилки можуть мати значні наслідки.

Окремо було проаналізовано вплив доменної специфіки на ефективність запропонованого підходу. Встановлено, що різні предметні області мають свої особливості, які необхідно враховувати під час формування вимог. Це зумовлює необхідність адаптації AI-інструментів до конкретного контексту, що дозволяє підвищити точність аналізу та релевантність отриманих рекомендацій.

У ході дослідження також було визначено, що використання AI є особливо ефективним у великих і складних проєктах, де кількість вимог є значною. У таких умовах автоматизація аналізу дозволяє значно скоротити витрати часу та зменшити навантаження на аналітиків, що сприяє підвищенню продуктивності процесу розробки.

Разом з тим було виявлено певні обмеження запропонованого підходу. Зокрема, AI-системи можуть генерувати рекомендації, які потребують

додаткової перевірки та уточнення. Це пов'язано з тим, що такі системи працюють на основі узагальнених моделей і не завжди враховують специфіку конкретного проєкту. У зв'язку з цим підкреслено важливість поєднання автоматизованого аналізу з експертною оцінкою.

Загалом результати дослідження підтверджують, що інтеграція технологій штучного інтелекту у процес інженерії вимог є перспективним напрямом розвитку програмної інженерії. Запропонований підхід дозволяє підвищити якість вимог, забезпечити врахування важливих нефункціональних аспектів та зменшити ризик виникнення помилок. Це, у свою чергу, сприяє підвищенню надійності, безпеки та ефективності програмних систем.

Таким чином, проведене дослідження дозволяє зробити узагальнений висновок про те, що AI-орієнтована інженерія вимог є ефективним інструментом підвищення якості програмного забезпечення, який забезпечує інтеграцію вимог безпеки та екологічності у єдину узгоджену систему та відповідає сучасним тенденціям розвитку інформаційних технологій.

CHAPTER 7
INTERDISCIPLINARY TRAINING OF MILITARY SPECIALISTS
IN THE DIGITAL ERA: INTEGRATING TECHNICAL, ECONOMIC,
AND COMMUNICATION COMPETENCES

Nagachevskiy Viacheslav Yosypovych, Ph.D. in Technical Sciences,
Associate Professor, the Head of the Department of Engineering Equipment,
Faculty of Support Forces, Hetman Petro Sahaidachnyi National Army Academy,
Lviv, Ukraine

Semiv Galyna Oleksandrivna, Ph.D. in Economics, Associate Professor,
Associate Professor of the Department of Rocket Artillery Armament, Hetman
Petro Sahaidachnyi National Army Academy, Lviv, Ukraine

The full-scale war against Ukraine has radically intensified the need to reconsider the logic, structure, and content of military education. In contemporary warfare, victory depends not only on weapons, personnel, and logistics in their conventional sense, but also on the speed of information processing, the quality of coordination, the ability to operate in uncertain environments, and the capacity to integrate technical, organisational, communicative, and economic decisions into a single operational response. The combat environment has become increasingly hybrid, digitally mediated, data-driven, and multidomain. As a result, the profile of a modern military specialist has changed substantially. A cadet is no longer trained merely as a technically competent future officer capable of executing regulations and operating equipment according to predefined protocols. Instead, the current battlefield requires an officer who can interpret dynamic situations, assess risks, communicate clearly, coordinate teams, allocate limited resources, and make justified decisions under time pressure.

This challenge is particularly acute in the training of cadets of the Faculty of Rocket and Gun Artillery and, more specifically, within the Department of Rocket Artillery Armament at the Hetman Petro Sahaidachnyi National Army Academy. The specificity of artillery-related training lies in the combination of technical precision, operational responsibility, logistical awareness, and command interaction. In wartime conditions, artillery support is inseparable from rapid data exchange, accurate targeting, resource planning, maintenance capacity, cross-unit coordination, and operational communication. These realities expose the limitations of traditional fragmented training models, in which technical, economic, and communicative components are often taught separately rather than as mutually dependent dimensions of professional military competence.

The relevance of this chapter is therefore determined by several interrelated factors. First, the nature of war has changed. Hybrid warfare, digital warfare, and data-driven operations have transformed military practice into a complex environment where information flows, technological systems, supply chains, and human communication are tightly interconnected. Second, Ukrainian military education is being tested under real wartime conditions, which means that educational models can no longer be evaluated only by peacetime criteria. They must be assessed in relation to adaptability, interoperability, resilience, and the ability to prepare cadets for uncertainty. Third, the existing body of research contains important contributions on digital competence, information and communication technologies, and military education, yet still demonstrates an insufficiently elaborated model of integrated competence formation, especially one that would connect technical, logistical-economic, and communication dimensions into a unified training system.

The scientific gap lies precisely here. Many studies describe the development of digital competence of officers, the modernisation of professional military education, or the role of ICT in training cadets. However, much less attention has been paid to the pedagogical integration of heterogeneous

competencies in one military-educational model. In other words, military education often recognises the importance of multiple competencies but does not sufficiently explain how they should be combined in the training process, particularly in relation to operational decision-making. This is especially significant for future officers who must act not in isolated disciplinary spheres, but at the intersection of technical systems, logistics, command interaction, and communication under pressure.

The novelty of the present chapter lies in the proposed interpretation of interdisciplinary military training as a structured pedagogical model oriented toward operational effectiveness in wartime and in the digital era. The chapter argues that the training of military specialists should be grounded in an integrated competence framework that combines technical competence, economic and logistical competence, and communication competence around a decision-making core. The aim of the study is to substantiate and model the interdisciplinary training of military specialists in the digital era through the integration of technical, economic, and communication competences. To achieve this aim, the following objectives are pursued: to analyse Ukrainian and international approaches to the training of military professionals in conditions of digital transformation; to define the conceptual foundations of military professional competence, interdisciplinary competence, digital competence of officers, decision-making under uncertainty, and operational communication; to develop an Interdisciplinary Military Competence Model for cadet training; to describe a model pedagogical study based on scenario-oriented wartime tasks; and to formulate recommendations for military academies, instructors, and cadets. The research methods include theoretical analysis and synthesis of scholarly sources, comparison of Ukrainian and international approaches, pedagogical modelling, structured observation, scenario-based training analysis, and interpretation of empirical results from a model educational intervention.

The current literature on military education in the digital era demonstrates both substantial progress and notable limitations. Ukrainian scholarship has increasingly focused on the development of digital competence among military personnel. Research on the actual areas of digital competence development of officers of the Armed Forces of Ukraine shows that digital competence is not reducible to basic technological literacy; rather, it includes information and data literacy, communication and collaboration, digital content creation, safety, and problem solving [1]. This contribution is methodologically important because it moves military education beyond a narrow instrumental view of technology and presents digital competence as a multidimensional professional requirement. However, even within this broadened framework, digital competence often appears as a separate educational goal rather than as part of a fully integrated operational competence system.

A related line of research examines the development of digital competence of military leaders in the system of professional development. These studies highlight that digital competence becomes especially relevant when officers must manage information flows, evaluate operational data, coordinate actions, and respond to complex scenarios in a rapidly changing environment [2]. The strength of this approach lies in linking digital competence to leadership and command activity. At the same time, these works tend to focus more on management and digital skill formation than on how such competence interacts with technical proficiency and economic-logistical judgement in cadet education.

The authors' previous work on defining foreign-language communicative competence in the professional training of prospective officers is also relevant here, although the present chapter is not language-centred [3]. That study showed that communication is not an optional "soft" addition to military professionalism, but a core operational competence affecting coordination, instruction, reporting, and command clarity. In the present chapter, this insight is extended beyond foreign-language communication into the broader domain of operational

communication, which includes oral command transmission, briefing, clarification, inter-unit coordination, and communication under stress. The earlier study on information and communication technologies in the formation of cadets' professional competence during wartime is likewise significant because it demonstrates that ICTs influence not only access to information but also modes of learning, cooperation, and professional adaptation [4]. Yet here again, the question remains how technological, economic, and communicative dimensions should be pedagogically integrated rather than merely coexisting within the curriculum.

International scholarship offers useful conceptual parallels. Discussions surrounding the modernisation of professional military education in the United States emphasise that contemporary PME must move beyond static curriculum delivery and focus on critical thinking, adaptive leadership, multidomain awareness, and decision-making under uncertainty [5]. This is highly relevant to Ukrainian military education, especially under wartime conditions, because it confirms that the traditional model of fragmented subject-based preparation no longer corresponds to operational reality. Similarly, NATO-related approaches to digital competence and strategic communication stress interoperability, information discipline, resilience, and the ability of military professionals to function within complex informational and technological ecosystems [6]. These approaches are particularly important because they frame communication not as a peripheral educational skill but as an operational necessity linked with command, coordination, and institutional effectiveness.

Official doctrinal and strategic documents reinforce the same trend. NATO's broader orientation toward multidomain operations and digitally enabled interoperability highlights that modern military capability depends on the integration of technological systems, human judgement, command structures, and communication channels [7]. The U.S. Army learning concepts and professional military education frameworks also emphasise adaptability, lifelong learning, and scenario-based preparation rather than narrow procedural training [8]. In the

Ukrainian context, these international orientations do not provide ready-made models to be copied mechanically. Instead, they offer a comparative basis for understanding how military education can be transformed in a way that is both context-sensitive and strategically future-oriented.

The critical problem emerging from this literature is the insufficient integration of competencies. Technical training often remains highly specialised and equipment-oriented; economic and logistical aspects are taught as support functions; communication is often treated as a complementary skill rather than a command-enabling factor. Such segmentation may be pedagogically convenient, but it does not reflect the reality of combat and service. In wartime, artillery coordination depends not only on technical knowledge of systems and procedures but also on resource calculation, ammunition management, timing, communication precision, and the ability to act on incomplete information. Logistics disruption requires not only planning skills but also adaptive prioritisation and persuasive command interaction. The battlefield does not separate these dimensions; therefore, education should not separate them either.

For this reason, the chapter proposes a theoretical framework based on five interrelated concepts. The first is **military professional competence**, understood as the integrated capacity of a future officer to perform professional functions effectively under operational conditions through the application of knowledge, skills, values, judgement, and responsibility. This definition is broader than technical preparedness and includes the ability to act purposefully in real service and combat contexts. The second concept is **interdisciplinary competence**, defined here as the ability to synthesise knowledge and methods from different domains for the resolution of complex professional problems. In the military context, such competence is especially important because operational tasks rarely belong to one disciplinary field only.

The third concept is **digital competence of officers**, which in this chapter is interpreted as the ability to use digital tools, information systems, data resources,

communication channels, and protective digital practices in a secure, efficient, and mission-oriented manner [1], [2]. The fourth concept is **decision-making under uncertainty**, defined as the process through which a military specialist assesses incomplete, changing, and often contradictory information in order to select and justify an operationally appropriate course of action. The fifth concept is **operational communication**, understood as purposeful communication that directly supports military action, command coordination, reporting, clarification, instruction, and inter-unit interaction. Unlike general communication, operational communication must function under pressure, with minimal ambiguity and maximum relevance.

On the basis of these concepts, an **Interdisciplinary Military Competence Model** is proposed. This model includes three major competence blocks and a central integrating core. The first block is **technical competence**, which covers knowledge of armament systems, digital devices, engineering and technical procedures, operational calculations, maintenance logic, and equipment functioning. The second block is **economic and logistical competence**, which includes resource planning, cost-awareness, supply chain logic, prioritisation of material support, ammunition and fuel allocation, and operational sustainability thinking. The third block is **communication competence**, which encompasses command clarity, reporting discipline, briefing skills, inter-unit coordination, explanation of decisions, situational clarification, and communication under stress. These three blocks are integrated by the **decision-making core**, which enables the cadet to transform fragmented knowledge into coordinated action. The central argument of the model is that no single competence block is sufficient on its own; only their integration produces operationally relevant professional readiness.

To test the pedagogical viability of this model, a model-based educational study was designed involving cadets of the Hetman Petro Sahaidachnyi National Army Academy, with attention to the profile of the Faculty of Rocket and Gun Artillery and the Department of Rocket Artillery Armament. The model sample

consisted of 84 cadets in senior years of study who were engaged in disciplines related to technical training, logistics, military management, and operational preparation. The study was organised over one semester and included diagnostic, formative, and evaluative phases. It was not presented as a laboratory-style experiment detached from educational reality; rather, it was constructed as a model pedagogical intervention designed to simulate the conditions under which interdisciplinary military competence could be observed and developed.

The methods used included structured observation of cadet performance, scenario-based training tasks, simulation analysis, expert evaluation by instructors, and comparative analysis of traditional and interdisciplinary task performance. Four criteria were used to evaluate progress: **technical accuracy**, meaning the correctness of calculations, procedures, and technical responses; **decision quality**, meaning the appropriateness, timeliness, and justification of chosen actions; **communication effectiveness**, meaning clarity, brevity, coherence, and adequacy of communication; and **adaptability**, meaning the ability to revise action under changing conditions. The diagnostic phase showed that cadets generally demonstrated a relatively strong technical base, especially in tasks involving equipment knowledge, procedural understanding, and rule-based performance. However, difficulties emerged when they had to integrate technical reasoning with resource constraints, justify choices under uncertainty, or communicate decisions quickly and unambiguously to others. In other words, their competence profile was uneven: technical knowledge was stronger than interdisciplinary application.

This diagnosis informed the formative phase, which was built around scenario-based interdisciplinary training. Three core scenarios were developed. The first scenario focused on **artillery coordination under time pressure**. Cadets were presented with a simulated fire support situation involving incomplete target data, rapidly changing coordinates, and constraints in communication time. They had to perform technical calculations, determine a feasible sequence of actions, communicate commands within the chain of coordination, and justify

prioritisation choices. This scenario was designed to develop technical accuracy, communication clarity, and decision-making under temporal pressure. Observation showed that when cadets treated the task as purely technical, they often lost coordination quality. When they were encouraged to articulate command logic and evaluate communication risks, their overall performance improved. The scenario demonstrated that technical precision alone is insufficient if it is not embedded in coherent command interaction.

The second scenario addressed **logistics disruption in wartime**. Cadets were given a situation involving interrupted supply routes, delayed ammunition delivery, limited fuel availability, and the need to support a unit's continued operational capacity. They had to assess available resources, prioritise allocations, justify trade-offs, and communicate their recommendations to a superior or related unit. This scenario developed the economic and logistical block of the model while still requiring technical understanding and communication. The pedagogical importance of this scenario lay in showing cadets that economic thinking in military education is not abstract financial theory but operational resource reasoning. Those cadets who initially viewed logistics as a secondary support matter began to recognise it as a direct factor of combat capability.

The third scenario focused on **command communication and transmission of orders**. Cadets were given a mission situation in which they had to receive, interpret, reformulate, and transmit orders under conditions of partial information and simulated stress. Their task was not only to repeat content but to ensure that operationally essential meaning was preserved. This scenario targeted the communication competence block, especially brevity, clarity, accuracy, and the prevention of misunderstanding. It also revealed that communication failures often stemmed not from linguistic weakness but from insufficient conceptual integration. Cadets who understood the technical and logistical logic of the task communicated more effectively because they could prioritise what mattered. Thus,

communication competence emerged not as isolated speaking ability but as a product of integrated professional understanding.

The analysis of scenario performance yielded several important results. First, cadets exposed to the interdisciplinary model demonstrated a clear increase in decision-making quality. Instructor assessments and structured observation indicated more justified and timely choices, stronger explanation of priorities, and improved capacity to revise action under changing conditions. In model comparison, decision-making indicators increased by approximately 27–30% relative to the baseline diagnostic stage. Second, adaptability increased by around 24%, particularly in scenarios where information changed during the task. Cadets who had practised interdisciplinary reasoning were better able to reorganise their responses rather than simply repeat standard procedures. Third, communication effectiveness improved by approximately 22%, especially in tasks requiring command transmission, clarification, and explanation of operational decisions. Finally, integration of knowledge increased qualitatively across all scenarios: cadets became more likely to link technical procedures with resource consequences and communication requirements.

These results confirm that the key weakness of traditional military training does not necessarily lie in poor technical instruction but in fragmented competence formation. Traditional models often assume that once cadets are taught technology, logistics, and communication separately, integration will emerge automatically during service. The findings of this chapter suggest the opposite. Integration must itself be taught. Without pedagogically designed interdisciplinary tasks, cadets tend to compartmentalise knowledge and struggle when confronted with complex scenarios that require synthesis. This is especially dangerous under wartime conditions, where fragmented thinking may lead to delayed decisions, communication breakdown, misallocation of resources, or technical actions that are procedurally correct but operationally ineffective.

A comparative analysis between traditional and modern interdisciplinary military training highlights the difference clearly. In the traditional model, training is predominantly technical and fragmented. Cadets learn systems, procedures, and regulations in relatively stable educational contexts. Communication is often treated as an auxiliary function, and logistical-economic reasoning is not always integrated into tactical or technical tasks. The advantage of this model lies in procedural discipline and technical precision. However, its limitation is that it prepares cadets for tasks in isolation rather than for operational complexity.

By contrast, the modern interdisciplinary model is integrated, adaptive, and decision-based. It does not replace technical education but reorganises it around situational synthesis. Technical competence remains essential, but it is constantly linked with resource reasoning and command communication. Instead of only reproducing procedures, cadets must interpret, prioritise, justify, and communicate. This model is more demanding, but it corresponds more closely to wartime operational reality. It also aligns with contemporary international approaches to military education, which emphasise adaptability, multidomain awareness, and operational judgement [5], [7], [8].

Several recommendations follow from the analysis. For military academies, it is advisable to redesign parts of the curriculum around interdisciplinary wartime scenarios rather than leaving integration to later service experience. The Faculty of Rocket and Gun Artillery and the Department of Rocket Artillery Armament, in particular, would benefit from embedding technical tasks within communication and logistics frames. For instructors, the recommendation is to move from isolated subject tasks toward complex pedagogical situations that require cadets to combine technical correctness, resource prioritisation, and command clarity. Assessment should also be widened: not only what decision was taken, but how it was justified, communicated, and adapted should matter. For cadets, the main recommendation is to develop a professional mindset in which technical knowledge is always considered in relation to mission sustainability, resource

constraints, and communication effectiveness. Memorising procedures remains important, but it is no longer sufficient as the main educational outcome.

The scientific value of the chapter lies in the substantiation of an interdisciplinary competence model for military education under wartime and digital-era conditions. It contributes to military pedagogy by showing that competence integration is not an abstract theoretical ideal but a practical necessity. The chapter also demonstrates that the training of military specialists in the digital era should not be reduced to the addition of ICT tools or separate digital modules. Rather, digital-era military training must be understood as a systemic transformation of educational logic. The practical significance lies in the fact that the proposed model can be adapted for the training of cadets in military academies where operational demands require a simultaneous command of technology, logistics, and communication.

In conclusion, the digital era and the full-scale war have created a fundamentally new educational reality for the preparation of military specialists. The battlefield has become an environment of compressed time, incomplete information, technological interdependence, and heightened responsibility. Under such conditions, the effective officer is not merely a technically informed specialist, but an integrated professional capable of linking technical action, logistical judgement, and communication within sound operational decisions. The chapter has shown that interdisciplinary training provides a more adequate educational response to this reality than fragmented traditional models. Its implementation can strengthen professional readiness, improve adaptability, and contribute to the preparation of officers capable of functioning effectively in complex wartime environments. Future research should focus on longitudinal observation of cadet development, refinement of interdisciplinary assessment tools, and the adaptation of the model to different military specialisations and command levels.

CHAPTER 8

ADAPTIVE COGNITIVE AND COMMUNICATIVE REGULATION IN AI-MEDIATED LEARNING: PSYCHOLOGICAL AND PEDAGOGICAL MECHANISMS

Vovchasta Nataliia Yaroslavivna, Doctor of Pedagogical Sciences,
Professor, Professor at the Department of Foreign Languages for Engineering,
Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine

In recent years, the expansion of artificial intelligence in higher education has not merely introduced new tools but has fundamentally reconfigured the conditions under which learning occurs. Rather than operating within stable instructional frameworks, students increasingly engage in environments characterised by algorithmic mediation, continuous feedback loops, and fluctuating informational structures. These environments challenge traditional assumptions about cognition and communication, as learners must simultaneously process, evaluate, and respond to dynamically generated content. Consequently, learning is no longer reducible to knowledge acquisition; it becomes a process of ongoing regulation, where cognitive control, communicative precision, and adaptive behaviour determine the effectiveness of educational engagement.

The relevance of this study is determined by several converging factors. First, the digital transformation of education has led to the emergence of AI-mediated learning environments characterised by high levels of informational density, rapid feedback cycles, and algorithmic structuring of knowledge. Second, the full-scale war in Ukraine has intensified cognitive and emotional pressure on students, increasing the need for adaptive psychological mechanisms that support effective learning under stress and uncertainty. Third, despite the growing body of research on artificial intelligence in education, most studies focus on observable outcomes, such as academic performance, engagement, or resilience, rather than

on the underlying regulatory processes that enable learners to function effectively in such environments.

This observation reveals a significant research gap. While the concept of resilience has been widely explored, it is often treated as a static or outcome-oriented characteristic rather than as a dynamic system of regulatory processes. The present chapter addresses this gap by shifting the focus toward adaptive cognitive and communicative regulation, understood as a complex system of mechanisms that enable learners to manage cognitive load, maintain communicative coherence, and regulate their interaction with AI system.

The novelty of the study lies in the development and theoretical substantiation of a conceptual framework that integrates cognitive, communicative, and behavioural dimensions of regulation within AI-mediated learning environments. The aim of the study is to substantiate the psychological and pedagogical mechanisms underlying adaptive regulation and to propose a model that reflects the complexity of contemporary digital learning contexts. The objectives include analysing relevant theoretical and empirical research, defining key conceptual categories, developing an integrated regulation model, examining case-based learning scenarios, and formulating practical recommendations for educators and institutions. The methodological basis combines theoretical analysis, comparative synthesis, conceptual modelling, structured observation, and model-based empirical interpretation.

The theoretical foundations of the study are rooted in classical and contemporary research on self-regulated learning. The model proposed by Winne and Hadwin conceptualises learning as a cyclical process involving conditions, operations, products, evaluations, and standards [6]. This framework emphasises the adaptive nature of learning, where individuals continuously adjust their strategies in response to feedback. However, in AI-mediated environments, this cycle is significantly transformed. Feedback is no longer exclusively provided by human instructors but is increasingly generated by artificial systems, which may

influence not only learning strategies but also learners' perceptions of knowledge validity and authority.

Recent empirical studies provide important insights into these transformations. Ouyang et al. demonstrate that self-regulated learning and engagement act as sequential mediators between AI-driven platform characteristics and educational quality [1]. Their findings indicate that features such as personalisation and immediate feedback enhance learning outcomes through their impact on regulatory processes. At the same time, these features may lead to superficial engagement when learners lack sufficient regulatory competence.

Järvelä and Hadwin extend the concept of regulation by introducing socially shared regulation in adaptive digital environments [3]. Their research highlights the importance of collaborative processes in regulating learning activities. In AI-mediated contexts, this concept acquires a new dimension, as regulation may involve not only human participants but also interaction with AI systems acting as co-regulatory agents.

Liu's review of AI-mediated informal learning emphasises the role of AI in creating psychologically safe environments that encourage communication and experimentation [2]. While this has positive effects on learner engagement, it also raises concerns about the authenticity, depth, and contextual appropriateness of communication. Huang et al. further demonstrate that AI-mediated interaction influences learners' cognitive and affective development through emotional intelligence and willingness to communicate [4]. These findings suggest that regulation in AI environments is inherently multidimensional, encompassing cognitive, affective, and communicative processes.

Dovhaniuk's analysis of multimodal discourse in AI-integrated learning environments highlights the increasing complexity of cognitive processing [5]. Learners must interpret and integrate information presented in multiple formats, which requires advanced cognitive flexibility and integrative thinking. This

reinforces the need for adaptive regulation mechanisms that enable learners to manage diverse informational inputs effectively.

Building upon these theoretical and empirical premises, this chapter advances an extended interpretation of the **Adaptive Cognitive-Communicative Regulation Model**, positioning it as a functional system of dynamic regulation operating within AI-mediated learning environments. In contrast to linear models of skill development, the proposed model conceptualises regulation as a non-linear, context-sensitive process shaped by continuous interaction between internal cognitive mechanisms and external algorithmic influences.

Within this framework, cognitive regulation involves not only attention control and comprehension monitoring but also the evaluation of epistemic reliability of AI-generated content and the integration of heterogeneous informational inputs. Communicative regulation encompasses the ability to interpret, adapt, and critically assess communication within hybrid human–AI interaction contexts. Behavioural adaptation reflects strategic shifts in learning actions and decision-making patterns in response to dynamic cognitive demands. These components are unified through a central mechanism of self-regulation under conditions of algorithmic mediation.

To examine the operational validity of this model, a model-based empirical design was implemented involving 104 students engaged in AI-supported academic tasks. The research combined structured observation, reflective surveys, and scenario-based analysis. Evaluation criteria included cognitive flexibility, epistemic judgement, communicative coherence, and adaptive responsiveness.

The analysis revealed that the primary challenge in AI-mediated learning is not merely the volume of information but the instability of cognitive orientation. Students frequently alternated between independent reasoning and reliance on AI outputs, resulting in fragmented cognitive processes. This produced a phenomenon that can be defined as “pseudo-efficiency,” where tasks were completed rapidly but without deep understanding. Approximately 48% of observed cases

demonstrated reduced depth of processing when interacting with AI-generated content.

A second critical issue relates to the emergence of algorithmic dependency. Students increasingly delegated cognitive effort to AI systems, particularly in complex tasks requiring synthesis and evaluation. This necessitates the development of selective trust and critical filtering mechanisms within cognitive regulation.

Three analytical scenarios were used to explore these dynamics. In the first scenario, students engaged in iterative problem construction, synthesising multiple AI-generated inputs. This revealed that effective learners were able to integrate fragmented information, while others experienced cognitive disorientation.

In the second scenario, students adapted AI-generated communication to specific contexts. Although fluency improved, many participants initially failed to ensure contextual appropriateness, highlighting the importance of communicative regulation.

In the third scenario, students evaluated conflicting information sources. Reflective tasks increased critically justified decisions by approximately 34%, demonstrating the effectiveness of metacognitive regulation.

The results confirm that adaptive regulation significantly enhances the quality and depth of learning processes. Cognitive flexibility increased by approximately 34%, communicative coherence improved by 25%, and motivation rose by around 27%. These improvements were strongly linked to the level of self-regulatory competence.

A crucial analytical dimension concerns the transformation of epistemic authority within AI-mediated learning environments, which fundamentally alters the traditional architecture of knowledge validation and trust. In conventional educational systems, epistemic authority is hierarchically structured and anchored in institutional expertise, where educators, peer-reviewed sources, and established disciplinary frameworks serve as primary validators of knowledge. However, in

AI-mediated contexts, this hierarchy becomes increasingly decentralised. Algorithmically generated outputs are frequently perceived by learners as equally authoritative or even superior due to their immediacy, fluency, and perceived objectivity.

Empirical studies in digital learning environments indicate that up to 60–70% of students demonstrate a tendency to accept AI-generated responses without independent verification, particularly in contexts involving complex or unfamiliar content domains. This shift leads to what can be conceptualised as **cognitive outsourcing**, a process in which learners partially delegate evaluative judgement and knowledge construction to artificial systems. While such delegation may enhance efficiency in routine tasks, it simultaneously reduces engagement in higher-order cognitive processes, including critical analysis, argumentation, and reflective reasoning.

This transformation necessitates the development of **meta-epistemic awareness**, understood as the learner's capacity to critically interrogate the origin, reliability, and contextual applicability of AI-generated information. Meta-epistemic awareness extends beyond traditional critical thinking by incorporating an understanding of how algorithmic systems generate knowledge, including their limitations, biases, and probabilistic nature. Without this level of awareness, learners risk adopting an uncritical stance toward AI outputs, thereby weakening their epistemic autonomy.

Equally significant is the interplay between cognitive and affective regulation, which becomes increasingly complex in AI-mediated environments. Artificial intelligence systems often provide immediate, non-evaluative, and linguistically fluent feedback, which can significantly reduce performance anxiety and create psychologically safe interaction spaces. This is particularly relevant in high-stress contexts, including wartime educational conditions, where emotional stability directly influences cognitive performance. However, the same mechanisms may generate an **illusion of competence**, whereby learners

overestimate their understanding due to the coherence and fluency of AI-generated responses.

Recent research suggests that students exposed to AI-assisted learning environments may demonstrate increased confidence without a corresponding increase in actual competence, particularly in tasks requiring deep conceptual understanding. This discrepancy highlights the necessity of integrating **affective monitoring** into regulatory processes. Effective adaptive regulation must therefore include the ability to recognise and critically evaluate one's own emotional responses to AI interaction, distinguishing between genuine mastery and perceived fluency.

Overall, the findings suggest that effective functioning in AI-mediated learning environments depends not on the elimination of technological influence, but on the development of sophisticated regulatory mechanisms that enable learners to maintain cognitive control, communicative precision, and critical autonomy. These mechanisms must operate across multiple levels, integrating cognitive, affective, and behavioural dimensions into a coherent system of adaptive learning.

The comparative analysis further reveals not merely formal but fundamentally structural differences between traditional and AI-mediated learning environments, extending across cognitive, communicative, and epistemological domains. Traditional learning models are characterised by stability of content, linear progression, and centralised epistemic authority, allowing learners to operate within relatively predictable cognitive conditions. In such environments, the primary challenge lies in knowledge acquisition and retention within clearly defined disciplinary boundaries.

In contrast, AI-mediated environments function as **complex adaptive systems**, where knowledge is continuously generated, restructured, and personalised through algorithmic processes. These environments introduce non-linearity, variability, and a multiplicity of informational inputs, thereby

significantly increasing cognitive demands. Learners are required to engage in simultaneous processes of information selection, evaluation, and integration, often under conditions of uncertainty. Studies indicate that such environments can increase cognitive load variability by up to 30–40%, requiring advanced regulatory strategies to maintain effective learning.

This transformation fundamentally redefines the learner's role, shifting it from passive recipient to active regulator of informational and communicative processes. Consequently, learning effectiveness is no longer determined by the accumulation of knowledge but by the learner's capacity to manage complexity, sustain epistemic control, and ensure communicative coherence in hybrid human–AI interaction contexts. From a pedagogical perspective, this necessitates a transition from content-centred instruction toward **regulation-oriented educational design**, where the development of metacognitive, evaluative, and adaptive skills becomes a primary objective.

The implications of the study are therefore multidimensional and extend across pedagogical, individual, and institutional levels. At the level of teaching practice, educators must reconceptualise their role as facilitators of regulatory processes rather than transmitters of knowledge. This involves designing learning environments that promote reflective thinking, critical comparison of AI-generated and self-generated outputs, and the development of epistemic distance from algorithmic systems. Instructional strategies should explicitly incorporate metacognitive scaffolding, including guided reflection, structured decision-making tasks, and iterative evaluation processes.

At the level of learners, the findings underscore the necessity of developing advanced self-regulatory competence as a core academic skill. Students must be able not only to utilise AI tools effectively but also to regulate their engagement with these tools, avoiding both passive dependence and overconfidence. This requires the development of adaptive learning behaviour characterised by cognitive flexibility, critical awareness, and the ability to synthesise information

from diverse sources. In this context, self-regulation becomes a foundational competence that determines the quality of learning outcomes in AI-mediated environments.

At the institutional level, the study highlights the need for systemic curricular transformation. Educational programmes should be structured to ensure that the integration of AI technologies is accompanied by the deliberate development of cognitive, communicative, and regulatory competences. This includes revising assessment practices to prioritise depth of understanding, quality of reasoning, and communicative effectiveness rather than mere content reproduction. Such transformation is essential to align educational systems with the evolving demands of digital and knowledge-intensive environments.

In conclusion, adaptive cognitive and communicative regulation emerges as a central and indispensable mechanism that enables learners to navigate the complexity of AI-mediated educational environments. The findings of this study demonstrate that effective learning in such contexts depends on the ability to maintain cognitive autonomy, critically engage with algorithmic outputs, and regulate communicative processes under conditions of informational variability. The proposed model provides a theoretically grounded and practically applicable framework for understanding these processes and for designing pedagogical interventions that support adaptive learning.

The implementation of this model has the potential to significantly enhance educational quality by fostering deeper understanding, strengthening critical thinking, and ensuring sustainable engagement with artificial intelligence technologies. At the same time, it contributes to the broader discourse on digital transformation in education by emphasising that technological innovation must be accompanied by the development of human regulatory capacities. Future research should focus on longitudinal studies of regulatory development, as well as on the integration of affective, social, and ethical dimensions into comprehensive models of learning in AI-mediated environments. Such research will provide a more

holistic understanding of how learners can effectively function in increasingly complex and technologically mediated educational systems.

CHAPTER 9

ACADEMIC INTEGRITY AND ETHICAL CHALLENGES IN AI-MEDIATED HIGHER EDUCATION: PEDAGOGICAL IMPLICATIONS AND EMERGING PRACTICES

Zapotichna Mariia Ivanivna, Ph.D. in Pedagogy, Associate Professor at the Department of Foreign Languages for Humanities, Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine

The rapid diffusion of artificial intelligence (AI) across higher education has precipitated a structural shift in how academic work is produced, evaluated, and legitimised. Generative systems – particularly large language models – now participate directly in drafting, revising, summarising, translating, and even “reasoning” about academic content. This development disrupts long-standing assumptions about authorship, originality, and responsibility. Whereas earlier digital tools primarily supported access to information, contemporary AI systems intervene in the act of knowledge construction itself. Consequently, academic integrity can no longer be defined narrowly as the avoidance of plagiarism; it must be reconceptualised as a culture of transparent, accountable, and critically mediated interaction with intelligent systems.

The relevance of this study is grounded in three converging dynamics. First, the ubiquity of generative AI has altered student behaviour, enabling rapid text production and lowering the threshold for completing complex academic tasks. Second, higher education institutions—particularly in contexts affected by instability and wartime disruption—must ensure continuity, accessibility, and fairness under uneven digital conditions. Third, existing integrity frameworks, designed for pre-generative environments, struggle to address hybrid authorship, invisible assistance, algorithmic suggestion, and unverifiable content generation.

Together, these dynamics necessitate a re-examination of academic integrity as both a pedagogical objective and an institutional practice.

Within the scientific context, a tension emerges between two dominant narratives. On the one hand, AI is framed as an enabler of personalised learning, scalable feedback, and inclusive access. On the other hand, it is associated with risks of superficial learning, dependency, epistemic unreliability, and integrity breaches. This tension is particularly acute in higher education, where the value of independent judgement, critical reasoning, and accountable authorship remains central. The core question, therefore, is not whether AI should be used, but how its use redefines the norms of legitimate academic participation.

A notable research gap persists. Many studies examine technological affordances or ethical concerns in isolation, without integrating them into a coherent pedagogical model that explains how integrity can be sustained in AI-mediated learning. Furthermore, limited attention has been paid to the role of communicative competence and decision-making as mechanisms through which integrity is enacted. This is especially relevant in professionally oriented and ESP-related learning, where students must justify claims, evaluate sources, and make accountable decisions. The Ukrainian context further exposes underexplored dimensions: digital inequality, disrupted access, and the need for context-sensitive integrity policies. This study addresses these gaps through an integrative analysis of pedagogy, ethics, and academic integrity.

The novelty of the study lies in conceptualising AI not merely as a tool but as a *co-constitutive factor* in academic practice – one that reshapes authorship, redistributes responsibility, and demands new forms of integrity literacy. The aim is to analyse academic integrity and ethical challenges in AI-mediated higher education and to propose pedagogically grounded responses. The objectives are: (1) to synthesise Ukrainian and international research on AI, ethics, and integrity; (2) to redefine academic integrity in AI-mediated contexts; (3) to model a pedagogical intervention that integrates AI responsibly; (4) to analyse behavioural

and cognitive outcomes; and (5) to develop actionable recommendations for educators and institutions. Methods include theoretical analysis, critical literature synthesis, pedagogical modelling, survey analysis, observation, case-based analysis, and interpretation of empirical data.

The literature reveals a consistent duality. Bakhmat argues that AI enhances personalisation and efficiency but risks diminishing independent critical thinking and increasing plagiarism if pedagogical design remains unchanged [1]. This position is significant because it shifts responsibility from the technology to instructional architecture. Aleksieieva emphasises ethical challenges in the Ukrainian context – inequality of access, privacy concerns, and ambiguity of authorship – highlighting that integrity must be considered alongside fairness and inclusion, particularly under wartime conditions [2]. Kozlov extends the analysis to epistemic reliability, identifying “hallucinations,” fabricated references, and intellectual property risks as central threats to academic trustworthiness [3]. These findings underscore that integrity violations in the AI era are not limited to copying; they include the uncritical acceptance of machine-generated inaccuracies.

International research converges on similar concerns while proposing systemic responses. Holmes, Bialik, and Fadel advocate a shift toward competency-based assessment, arguing that if education rewards reproducible text, AI will inevitably automate it; if it rewards judgement, justification, and problem-solving, AI can serve as a scaffold rather than a substitute [4]. The *UNESCO Recommendation on the Ethics of AI* articulates principles – transparency, fairness, accountability, human oversight, and data protection – that should guide educational deployment [5]. The *European Network for Academic Integrity (ENAI)* stresses that AI use must be transparent and policy-regulated, with explicit expectations communicated to students [6]. Empirical evidence by Shaw et al. shows that 68% of students are willing to use AI despite prohibitions, revealing a gap between policy and practice and the limits of purely restrictive approaches [7]. Godwin-Jones highlights the paradox of improved language performance

alongside reduced learner autonomy when AI is used uncritically [8]. Akgun and Greenhow emphasise algorithmic bias, privacy risks, and blurred accountability between human and machine actors [9]. Together, these studies indicate that integrity must be taught, not merely enforced.

The theoretical grounding of this study integrates ESP and communicative competence with AI ethics. Hutchinson and Waters' needs-based ESP framework remains relevant, but "needs" now include digital literacy, ethical awareness, and decision-making under uncertainty [10]. Canale and Swain's model positions strategic competence as the ability to manage communication under constraints; in AI-mediated contexts, this extends to evaluating AI outputs, selecting appropriate responses, and justifying decisions [11]. Decision-making thus becomes a central operationalisation of integrity: students must determine what to accept, revise, reject, or disclose when using AI.

For analytical clarity, key concepts are defined as follows. *AI in education* refers to systems capable of generating, adapting, or evaluating content and feedback. *Academic integrity* is understood as a culture of honesty, accountability, transparency, and responsible authorship, extending beyond anti-plagiarism to include disclosure of AI assistance and critical verification. *Ethical challenges* encompass authorship ambiguity, privacy, bias, access inequality, and responsibility distribution. *Decision-making* denotes the process of evaluating alternatives, selecting actions, and justifying choices under constraints. These constructs underpin the study's model.

A *model pedagogical study* was conducted with 96 students in technical and interdisciplinary programmes, divided into control and experimental groups (48/48). Over 16 weeks, the control group followed traditional instruction (teacher-led explanation, standard assignments, delayed feedback), while the experimental group engaged in structured AI-mediated tasks. The design comprised diagnostic, formative, and evaluative phases. Instruments included surveys (motivation, attitudes, integrity awareness), observation protocols,

performance tasks, and reflective commentaries. Evaluation criteria were: (a) motivation, (b) cognitive engagement (analysis, evaluation, synthesis), (c) communicative quality (coherence, argumentation, audience awareness), (d) decision-making competence, and (e) integrity literacy (ability to identify, justify, and disclose AI use).

Crucially, tasks were designed to *avoid passive generation* and instead require *critical interaction* with AI. Task types included: (1) comparative drafting (student-written vs AI-assisted versions with criterion-based comparison), (2) ethical diagnosis (identifying integrity risks in AI-generated texts), (3) source verification (checking claims and references produced by AI), (4) scenario-based decision-making (selecting and justifying actions under constraints), and (5) communicative adaptation (editing AI outputs for audience, tone, and accountability).

The results indicate differentiated effects. *Motivation* increased by ~35% in the experimental group, driven by interactivity and perceived relevance. However, gains were highest in tasks requiring *evaluation and justification*, not mere generation. *Cognitive engagement* improved by ~42%, particularly in analysis and synthesis tasks where students compared alternatives and corrected AI outputs. *Decision-making competence* improved substantially, aligning with evidence that such skills are required in 87% of technical professions [12]. Students demonstrated greater ability to justify choices, identify weaknesses in AI outputs, and articulate criteria for acceptance or revision.

Case analyses provide granular insight. In **Case 1 (Integrity Diagnosis)**, students evaluated an AI-generated mini-essay. Initial acceptance based on fluency shifted, after guided criteria, to identification of missing citations, overgeneralisation, and lack of authorial stance. The key learning outcome was the transition from surface judgement to *criterion-based evaluation*. In **Case 2 (Comparative Writing)**, students compared AI-generated and self-authored texts. AI outputs were often fluent but less specific and weak in evidence integration;

student texts showed stronger engagement but variable structure. This task recalibrated quality perceptions: **fluency \neq academic validity**. In **Case 3 (Wartime Scenario)**, students developed AI-use policies under conditions of unequal access and disrupted connectivity. Responses balanced fairness and integrity, favouring **transparent-use models** over rigid bans. In **Case 4 (Communicative Adaptation)**, students edited AI-generated emails to meet academic norms of tone, clarity, and accountability, revealing that *rhetorical judgement* remains irreducibly human.

A comparative model clarifies differences between *classical integrity* and *AI-mediated integrity*. Classical integrity emphasises originality, citation, and prohibition of copying; AI-mediated integrity emphasises *transparency of assistance, critical verification, and accountable decision-making*. Classical assessment often rewards final products; AI-mediated assessment must *reward process, justification, and disclosure*. Classical pedagogy positions the teacher as the primary source of knowledge; AI-mediated pedagogy repositions the teacher as a *designer of evaluative frameworks* and a moderator of criteria.

Ethical risks can be categorised as follows. *Epistemic risk*: AI may produce plausible but incorrect content. *Authorship risk*: the extent of machine contribution may be obscured. *Relational risk*: erosion of trust between students and teachers. *Social risk*: unequal access to AI tools exacerbates inequity. *Normative risk*: policies are either too vague or too rigid. Addressing these requires aligned pedagogical and institutional responses.

Recommendations follow from the analysis. For educators: (1) design assignments that require *comparison, justification, and oral defence*; (2) integrate *explicit AI-use disclosure* requirements; (3) teach *verification strategies* (cross-checking claims, tracing sources); (4) use AI comparatively to build critical literacy. For curricula: embed *AI integrity literacy* (ethics, disclosure, evaluation) within competence frameworks; align AI tasks with authentic professional communication scenarios. For institutions: develop *clear, discipline-sensitive*

policies distinguishing acceptable support from prohibited substitution; invest in *teacher training*; ensure *equitable access*; and adopt *assessment diversification* (oral components, process logs, annotated drafts). Importantly, policy should be *transparent and educative*, not solely punitive.

In conclusion, AI-mediated higher education demands a redefinition of academic integrity as a *practice of accountable, transparent, and critically supervised engagement with intelligent systems*. AI can enhance motivation, support higher-order cognition, and strengthen decision-making when embedded in reflective pedagogies. However, without redesign of tasks, assessment, and policy, it risks normalising superficial production and eroding authorship. The central challenge is to preserve human intellectual agency while leveraging AI as a scaffold. Future research should pursue longitudinal studies of behavioural change, develop discipline-specific integrity models, and refine hybrid approaches that integrate ethical governance with pedagogical innovation.

РОЗДІЛ 10

ОСНОВИ АКМЕОЛОГІЇ ТА АНДРАГОГІКИ: НАУКОВО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ОРІЄНТАЦІЇ ТА ОСОБЛИВОСТІ ОРГАНІЗАЦІЇ ОСВІТИ ДОРΟΣЛИХ

Жукова Анна Робертівна, професор кафедри іноземних мов
Національної академії сухопутних військ імені гетьмана Петра
Сагайдачного, Львів, Україна, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7292-1605>

Акмеологія як самостійна наукова дисципліна перебуває на перехресті кількох фундаментальних галузей людинознавства — психології, педагогіки, філософії та соціології — й у своїй методологічній основі несе їхні найбільш продуктивні дослідницькі традиції. Центральна онтологічна категорія акмеології — «акме» (грецьк. ἀκμή — вершина, розквіт) — позначає вищу точку розвитку людини як індивіда, суб'єкта діяльності і особистості, досягнутий у процесі зрілості [1]. Наукове осмислення механізмів і закономірностей досягнення цієї вершини становить ядро акмеологічного знання.

В умовах системного реформування вищої освіти України, зокрема у контексті євроінтеграційних процесів і адаптації до стандартів НАТО, акмеологічний підхід до підготовки фахівців набуває особливої практичної значущості. Суспільний запит на особистостей з високим рівнем професійної майстерності, розвиненою суб'єктністю і здатністю до самовдосконалення актуалізує потребу у систематизації методологічних орієнтирів акмеологічних досліджень, що й визначає науково-практичну актуальність представленої статті [2].

Акмеологія, як будь-яка інша область наукового пізнання, має не тільки загальнонаукові принципи, констатуючи її категоріально-

методологічно як науку, а й конкретні дисциплінарні особливості, які характеризують її як специфічну галузь предметно-методичного знання. Оскільки вона є що формується науковою дисципліною, визначення її предметно-методичної специфіки й категоріально-методологічних рамок являє собою особливу проектувальних завдання, від рішення якої певною мірою залежать шляхи подальшого розвитку конкретних акмеологічних досліджень. Їм притаманні три основні науково-методологічні орієнтації: природничо-наукова, технологічна та суспільно-гуманітарна. Природно-наукова орієнтація в акмеології виражається в тому, що,

по-перше, вона, прагнучи оформитися як самостійна наука, методологічно відповідає дисциплінарним стандартам (у вигляді вивчення в експерименті фактів, механізмів, закономірностей, їх математичної достовірності і т. п.), які склалися ще в класичному природознавстві.

По-друге, при аналізі ряду акмеологічних проблем (природи обдарованості, генетичних і психофізіологічних компонентів здібностей, психологічних передумов становлення професійної майстерності тощо) має місце апеляція до природничо-наукових знань зі сфери вікової фізіології, психогенетики, психофізіології праці. Суспільно-гуманітарна орієнтація в акмеології проявляється ще більш різноманітніше. Відносячись до наук про людину, акмеологія знаходить свою онтологічну визначеність, з одного боку, на базі генетичної взаємодії з цими науками в ході історичного розвитку, а з іншого - в предметному відокремленні від них у якості формування самостійної дисципліни.

Зрозуміло, і до виникнення акмеології психологами, соціологами, педагогами здавна досліджувалися питання професіоналізму, творчості, освіти дорослих, що багато в чому схоже з акмеологічною проблематикою.

Однак, саме особливий акцент на вивчення дозрівання майстерності, на культивування його вершинних "акме"-форм призвів спочатку до **породження специфічно акмеологічної проблематики**, а потім - до

концептуально-методичної побудови оригінальних акмеологічних моделей і технологій і, далі, до виникнення й оформлення акмеології як особливої науки зі своїми специфічними предметом і методами. Технологічна орієнтація акмеології проявляється не тільки в її безпосередній взаємодії з технічними науками (кібернетикою, системотехнікою, інформатикою і т. п.), але і у використанні властивих їм алгоритмічно чітких стандартів практично-орієнтованого прикладного знання. При цьому важливо мати на увазі, що, з одного боку, взаємозв'язок акмеології з технічними дисциплінами здійснюється не сама по собі, а опосередкована, зокрема, ергономікою, яка забезпечує розворот їх проблематики на оптимізацію людського фактора в техніці (наприклад, в автоматизованих людино- машинних системах управління і т.п. Термін «акмеологія» запровадив М. Рибников у 1928 р. для позначення науки про розвиток зрілої людини, однак системне наукове оформлення дисципліни відбулось у другій половині ХХ ст. завдяки Б. Ананьєву, котрий включив акмеологію до системи людинознавства поряд з онтогенетикою (наукою про розвиток від народження до зрілості) і геронтологією (наукою про старіння). Предметом акмеології є закономірності, умови, чинники і механізми прогресивного розвитку зрілої людини, зокрема її руху до вершин професійної, особистісної та соціальної самореалізації [1; 2].

Сучасна акмеологія являє собою розвинену міждисциплінарну науку, що інтегрує методологічний інструментарій психології (психологія особистості, вікова психологія, психологія праці), педагогіки (теорія навчання і виховання дорослих, андрагогіка), філософії (антропологія, аксіологія, праксеологія) та соціології (соціологія праці, організаційна соціологія). Ця міждисциплінарність зумовлює як методологічне багатство акмеологічних досліджень, так і потребу в чіткому визначенні предметних меж і власного категоріального апарату [3].

Порівняльну таблицю визначень акмеології та суміжних наук подано нижче.

Таблиця 1

Порівняльна таблиця визначень акмеології та суміжних наукових дисциплін

Наука / поняття	Автор / джерело	Визначення
Акмеологія	Ананьєв Б. Г. (1968)	Наука про вікову психологію дорослої людини, закономірності вищого рівня її розвитку у зрілому віці.
Акмеологія	Деркач А. А., Зазикін В. Г. (2003)	Наука, що вивчає феноменологію, закономірності й механізми розвитку людини на ступені її зрілості з метою досягнення вищих рівнів професіоналізму і особистісного розвитку.
Акмеологія	Кузьміна Н. В. (2002)	Комплексна наука про закономірності, механізми, умови й чинники, що сприяють досягненню людиною вершин продуктивності у своїй діяльності — акме.
Акмеологія	Рибалко Л. С. (2007)	Інтегративна наука, що вивчає умови досягнення суб'єктом вершин творчого, духовного і професійного розвитку та самореалізації в різних видах діяльності.
Акме	Бодальов А. О. (1998)	Вершина у розвитку дорослої людини, що характеризується найбільш повним розкриттям її фізичних, духовних та розумових сил і є вершиною зрілості.
Акме	Деркач А. А. (2004)	Системна якість людини, що характеризує найвищий рівень розвитку та реалізації її потенціалу, досягнутий у певний момент її зрілості.
Професійна майстерність	Кузьміна Н. В. (1990)	Найвищий рівень опанування фахівцем системою знань, умінь і навичок, що виявляється у стабільно високій продуктивності його діяльності.
Професійна майстерність	Зязюн І. А. (2004)	Комплексу якостей особистості, що забезпечує самоорганізацію високого рівня професійної діяльності на рефлексивній основі.
Психологія розвитку	Ельконін Д. Б. (1971)	Наука про закономірності психічного розвитку людини на різних вікових етапах її онтогенезу.
Андрагогіка	Ноулз М. (1980)	Мистецтво і наука допомагати дорослим навчатися; галузь педагогічної науки, що вивчає теорію, методологію і технологію навчання дорослих.
Андрагогіка	Змейов С. І. (1999)	Наука про навчання дорослих, що обґрунтовує закономірності, принципи, умови, засоби й методи набуття, поширення й використання знань дорослими людьми.
Аксіологія освіти	Сластьонін В. О. (2002)	Галузь педагогічного знання, що вивчає ціннісні підстави освіти і виховання, ієрархію педагогічних цінностей та механізми їх формування.
Синергетика	Хакен Г. (1980)	Міждисциплінарна наука, що вивчає загальні закономірності виникнення, самоорганізації і розвитку складних відкритих систем будь-якої природи.
Самоактуалізація	Маслоу А. (1954)	Прагнення людини до якнайповнішого виявлення та розвитку своїх особистісних можливостей; реалізація власного потенціалу.

Наука / поняття	Автор / джерело	Визначення
Суб'єктність	Слободчиков В. І. (1994)	Здатність людини бути автором власного буття, ставитися до себе і власної діяльності як до об'єкта осмисленого перетворення.

Методологічні підходи в акмеологічних дослідженнях. Науково-методологічні орієнтації акмеологічних досліджень формуються на перетині кількох методологічних підходів, кожен з яких розкриває різні аспекти феномену «акме» і механізмів його досягнення. Систематизацію основних підходів подано у Таблиці 2 [2; 3; 5].

Таблиця 2

Методологічні підходи в акмеологічних дослідженнях та їхні ключові принципи

Методологічний підхід	Ключові принципи	Роль в акмеологічному дослідженні
Системний	Цілісність, взаємозалежність системи, ієрархічність елементів	Розгляд особистості як відкритої динамічної системи, що розвивається через взаємодію підсистем (індивід, суб'єкт, особистість, індивідуальність)
Суб'єктно-діяльнісний	Активність, самодетермінація, рефлексивність суб'єкта	Дослідження людини як суб'єкта власного розвитку і творця умов досягнення акме через свідому діяльність
Синергетичний	Нелінійність, самоорганізація, біфуркація, атрактор	Аналіз розвитку особистості як нелінійного, непередбачуваного процесу з точками біфуркації та зонами підвищеної чутливості
Аксіологічний	Ціннісна детермінованість поведінки, ієрархія цінностей	Вивчення ціннісних орієнтацій як ядра мотиваційно-сислової сфери, що спрямовує рух до акме
Компетентнісний	Результативність, спрямованість, умінь, практична інтегрованість	Операціоналізація «акме» через систему компетентностей, вимірних і розвивальних у процесі освіти і самоосвіти
Гуманістичний	Самоактуалізація, зростання, унікальність, особистісне	Орієнтація на розкриття потенціалу кожної унікальної особистості; акмеологічна допомога і підтримка (Маслоу, Роджерс)
Антропологічний	Цілісність людини, біологічного і соціального, єдність	Вивчення людини як біопсихосоціального феномену в єдності її природних і набутих якостей

Сучасні тенденції акмеологічних досліджень. Аналіз наукових публікацій дозволяє виокремити кілька провідних тенденцій, що характеризують стан сучасних акмеологічних досліджень [4; 5].

Перша тенденція — педагогізація акмеологічного знання. Педагогічна акмеологія виокремилась як самостійний напрям, що вивчає акмеологічні закономірності професійного розвитку педагогів і розробляє акмеологічні освітні технології: акмеограму (індивідуальну програму розвитку), акмеологічне середовище, акме-орієнтований навчальний процес. Центральне поняття педагогічної акмеології — «педагогічна майстерність» — операціоналізується через систему акмеологічних критеріїв і показників [4].

Друга тенденція — розвиток військової акмеології як прикладного напрямку дослідження умов, чинників і механізмів досягнення офіцером вершин військово-професійної майстерності. Особлива актуальність цього напрямку для України визначається реформуванням системи офіцерської підготовки відповідно до стандартів НАТО і необхідністю формування офіцера нового типу — рефлексивного, ініціативного, здатного до самостійного прийняття рішень в умовах невизначеності [2].

Третя тенденція — технологізація й цифровізація акмеологічних досліджень. Сучасні методи Data Mining, machine learning і learning analytics дозволяють аналізувати великі масиви даних про навчальну і професійну діяльність суб'єктів з метою виявлення патернів акмеологічного зростання і прогнозування досягнення акме. Цифрові платформи е-портфоліо і персональних навчальних середовищ (Personal Learning Environment, PLE) стають технологічним інструментом акмеологічного самопроектування.

Четверта тенденція — міждисциплінарна конвергенція акмеологічних досліджень з позитивною психологією (М. Селігман), психологією потоку (М. Чіксентміхай), коучингом і менторингом, що збагачує практичний інструментарій акмеологічного супроводу розвитку особистості.

З іншого боку, необхідно також врахувати вплив на акмеологію сучасної праксеології у вигляді двостороннього процесу як технологізації гуманітарного знання, наприклад, у формі психотехніки та ігротехніки,

інноватики та рефлексії (І.Н.Семенов, 1994), так і гуманізації технічних наук (виникнення біоніки, соціоніки, синергетики і т. п.). Сучасна праксеологія Т.Котарбінського (як і її попередниці в особі тектології А.А.Богданова, наукової організації виробництва Тейлора, наукової організації праці К. Гастева та ін.) прагне виділити позитивні принципи раціональної організації діяльності в різних сферах соціальної практики не тільки з позицій загальної теорії систем - біологічних, соціальних, психологічних, технічних (Л. Берталанфі, А.А.Маліновській та ін.), - а й з урахуванням даних людинознавства (Б.Г.Ананьєв, В . Н. Несмелое, А.Печчеї, Т. де Шарден, І.Т.Фролов тощо) і суспільствознавства.

Однією з пріоритетних тем сучасності став розвиток навчання впродовж життя, зумовлений поточним етапом науковотехнічного прогресу і тими політичними, соціально-економічними та культурологічними змінами, що відбуваються в усьому світі та покликаний сприяти покращенню якості, ефективності систем освіти і навчання для забезпечення всіх людей навичками, які відповідають вимогам сучасного ринку праці в суспільстві, заснованому на знанні. Також освіта впродовж життя слугує вдосконаленню знань, здібностей, компетенцій та (або) кваліфікацій з метою задоволення особистісних, громадських, соціальних потреб, як і широко використовуючи можливості всього спектру *формальної, неформальної та інформальної освіти*. Багато дослідників відзначають, що контент безперервної освіти робить неформальну та інформальну освіту рівноправними учасниками процесу навчання. Те, що сучасні інформаційні технології стали надпотужним ресурсом індивідуального пізнання світу, підкреслює значення інформальної освіти і засвідчує її величезні резерви.

У сучасній науковій літературі *формальну* освіту визначають як таку, що призводить до присудження кваліфікації (кваліфікацій) у межах певного освітнього рівня (етапу, циклу), формальна освіта відбувається, зазвичай, у спеціально створених умовах (закладах) та контролюється державою ,

сприяє оволодінню систематичними знаннями, вміннями і навичками за умови цілеспрямованої діяльності здобувачів освіти.

Формальна освіта повинна відповідати п'яти основним вимогам: здійснюватися у спеціально призначених для навчання установах; мати систематизований характер, тобто забезпечувати оволодіння систематизованими знаннями, уміннями й навичками; характеризуватися цілеспрямованою діяльністю тих, хто навчається; здійснюватися спеціально підготовленим персоналом; завершуватися одержанням загально визнаного документа про освіту.

Неформальну освіту науковці характеризують як додаткову освіту, що доцільно організована, проте не завершується наданням кваліфікації певного рівня (етапу, циклу) формальної освіти, необов'язково має організований та систематичний характер, може здійснюватися поза межами організованих освітніх закладів, не структурована з точки зору цілей і тривалості, може здійснюватися у формі самоосвіти (в тому числі через Інтернет, дистанційні технології тощо) за допомогою підвищення кваліфікації, поглиблення знань за програмами додаткової професійної освіти, навчання персоналу на виробництві, у формі обміну інформацією, вдосконалення знань, навичок, умінь тощо, це будь-яке одержання нової інформації про різні сторони життя за допомогою навчання через різні курси, гуртки за інтересами. Також неформальну освіту визначають як педагогічну модель, засновану не на традиційних методах навчання, а на досягненні всього через практику. Неформальна освіта не має вікових, професійних чи інтелектуальних застережень щодо учасників, нерідко не обмежується часовими рамками, як правило, не встановлюються попередні умови для початку навчання (рівень попередньої підготовки, вікові межі тощо). У цьому секторі найчастіше застосовують інноваційні підходи, апробують новаторські методики та технології навчання, яке здійснюють не тільки професійні викладачі, а й, наприклад, колеги по роботі.

Інформальною є освіта, що зовні не організована, тобто неофіційна, самоорганізована освіта (самоосвіта), це не завжди усвідомлений та цілеспрямований процес, що триває протягом усього життя людини, це здобуття необхідних знань, умінь, навичок у формі життєвого досвіду, набуття знань дорослими людьми в процесі власної трудової діяльності, спілкування через засоби масової інформації, це освіта, яка реалізується за рахунок власної активності індивідів у насиченому культурно-освітньому середовищі, в ході спілкування громадян у повсякденному житті і професійній діяльності, це індивідуальна пізнавальна діяльність, що формує систему цінностей і не має атрибутів педагогічної форми, це досвід щоденного життя, який нас чогось навчає.

Саме інформальна освіта і є освітою «впродовж усього життя», тобто безперервна освіта, яка включає всі можливі галузі знання і дає всім змогу повного розвитку особистості. В Україні інформальна освіта реалізується через засоби масової комунікації, спілкування між дорослими, на основі життєвого досвіду і обміну цікавою інформацією, шляхом відвідування установ культури і через самоосвіту.

Формальна і неформальна освіта є практично у кожному ЗВО, тоді як інформальній освіті часто не приділяють належної уваги.

Однак саме вона може стати поштовхом для дослідження важливої проблеми, розширити загальний і науковий світогляд, дати установку для подальшої діяльності.

Традиційна формальна освіта не може повністю задовольнити потреби здобувачів освіти, яким необхідні конкретні знання для своєчасного застосування в житті та у професії. Прагнення системи освіти реагувати на індивідуальні потреби і соціальне замовлення вимагає нового підходу, який може бути забезпечений за рахунок інтеграції формальної освіти з неформальною та інформальною.

У сучасних умовах під «соціальним захистом» розуміється політика держави та регіонів, спрямована на забезпечення задовільного існування тим групам населення, які опинилися в особливо складних умовах і не здатні без зовнішньої підтримки їх поліпшити.

Особливості організації освіти незахищених верств населення, в першу чергу, під цим поняттям розуміємо соціальний захист населення, що являє собою систему широкого набору заходів з профілактики соціального неблагополуччя. Це підтримка соціально вразливих груп (посібники, пільги, виплати); забезпечення мінімальних соціальних гарантій на працю, *освіту*, відпочинок; загальної доступності та суспільно прийнятної якості соціальних благ (стаціонари, соціальна, хто потребує допомоги у важких умовах).

Формується ринок праці, що висуває зростаючі вимоги до рівня професійної компетентності фахівців, конкретизує попит на робітників і фахівців тих чи інших професій. Невідповідність попиту і пропозиції недостатньо кваліфікованої робочої сили стає однією з причин вивільнення працівників зі сфери праці, втрати роботи і появи безробіття. Участь в громадянському суспільстві неможливо без успішної професійної кар'єри, складовою фундаментом особистої незалежності, самоповаги і добробуту і визначає якість життя.

Положення сучасної дорослої людини в суспільстві, і перш за все в сфері праці, багато в чому залежить від рівня його компетентності, що передбачає підвищення рівня професійної функціональної та інформаційної компетентності як умова відповідності вимогам ринку праці, грамотної поведінки в сучасній соціально-економічній ситуації, прийняття ефективних рішень, зміну професії або професійної кваліфікації, придбання додаткової освіти, необхідного для особистісного зростання, духовного збагачення, задоволення інтересів, як умова морально-психологічного комфорту.

Все це - поле проблем, вирішення яких дозволяє людині відповідати вимогам сучасного ринку праці, зберігати зайнятість у сфері праці, знаходити роботу, що забезпечує гідний рівень життя.

Неготовність людини успішно вирішити першорядні проблеми занурює його в кризову ситуацію, вийти з якої самостійно майже неможливо.

Наслідками стають:

- втрата роботи, безробіття;
- професійна декваліфікація;
- зниження життєвого рівня;
- морально-психологічний дискомфорт, невпевненість у власних силах, втрата життєвих перспектив, психологічний стрес.

При вирішенні проблем формальної і неформальної освіти дорослих - виступає фактор *соціального захисту*. Доступність (додаткової освіти для широких мас працівників, його орієнтація на розвиток компетентності, професійно значущих особистісних якостей, конкурентоспроможності на сучасному ринку праці, на підвищення кваліфікації або на забезпечення перекваліфікації можуть виступати в якості надійного механізму виведення з кризової ситуації.

Однак в сфері освіти, де складаються ринкові відносини, населення виступає в ролі споживача освітніх послуг тільки в тому випадку, якщо має платоспроможність.

Доросла людина, що знаходиться в кризовій ситуації, як правило, не має матеріальної можливості оплачувати якісні освітні послуги. Коло замикається. Без соціальної підтримки значна частина населення не здатна скористатися необхідними освітніми послугами, а значить, вирішити багато важливих життєвих проблем.

У соціальній підтримці в сфері освіти в першу чергу потребують наступні соціальні групи населення:

1) випускники вузів, які після закінчення навчального закладу отримали диплом про вищу освіту і зареєструвалися в Державній службі зайнятості як безробітні або змушені працювати не за фахом, - одна третина випускників;

2) інваліди, які складають десяту частину населення, в тому числі працеспроможні;

3) безробітні, число яких наближається також до 10% активного населення країни;

4) люди найманої праці, переважна більшість яких знаходяться в стані бідності;

5) військовослужбовці, звільнені в запас і потребують професійної перепідготовки на цивільні спеціальності, які потребують освітні послуги в поєднанні з медико-психологічною реабілітацією;

б) мігранти та вимушені переселенці;

7) самотні жінки, які виховують дітей в умовах неповної сім'ї;

8) літні люди, які закінчили трудовий шлях (пенсіонери), одна третина з яких продовжують працювати;

9) люди, які повернулися з місць позбавлення волі.

Всі ці групи дорослого населення відносяться до частини населення, яку сьогодні визначають новим терміном - «критична зона ринку праці»

Це найчисленніша група, яка б вимагала соціальний захист *засобами освіти і в сфері освіти*. Саме вона є джерелом безробіття і несе в собі загрозу розвитку процесу маргіналізації населення, виникнення і розвитку соціальних ускладнень.

Для зазначених соціально незахищених груп дорослого населення (інваліди, безробітні, військовослужбовці, звільнені в запас, мігранти та ін.)

Кожен із суб'єктів організації освіти соціально незахищених груп дорослого населення переслідує в цій сфері свої цілі і використовує свої механізми. Цілі держави полягають у створенні умов для реалізації

закріплених Конституцією України прав людини, зокрема права на працю і освіту, на гідне життя; адаптації населення до нових соціально-економічних умов, соціальної реабілітації громадян.

Організацією діяльності освітньої системи, орієнтованої на інші соціальні групи дорослого населення, держава займається на рівні фінансування окремих проектів і цільових програм.

Так, професійна перепідготовка жінок і військовослужбовців може здійснюватися в Навчально-методичному центрі служби зайнятості та державних освітніх установах, що працюють зі службами зайнятості на договірній основі.

Цілі недержавних освітніх установ в освіті соціально незахищених груп населення спрямовані на розширення спектра освітніх послуг і кола їх споживачів і замовників завдяки використанню нових соціальних програм; на створення оптимальних соціально-педагогічних умов освітньої діяльності, орієнтованої на певну соціальну групу; на досягнення конкурентоспроможності за рахунок інноваційних підходів в організації навчального процесу.

Замовниками освітніх послуг для недержавних освітніх установ у сфері професійної перепідготовки нерідко стає сама держава. Держава і недержавні освітні установи, як правило, забезпечують формальну професійну освіту, яке завершується видачею диплома, атестата або свідоцтва.

Однак в сучасній політиці безперервної освіти все більше уваги приділяється не тільки його економічній необхідності, викликаній особливостями мінливості на ринку праці, а й на соціально-культурній його значимості. Переглядаються традиційні уявлення про розподіл повноважень між громадськістю та органами влади. Система управління змушена передавати все більше повноважень в руки самих громадян.

Основна мета громадянської освіти - розвиток діалогу між усіма секторами суспільства: владою, бізнесом і громадянами. Засобами досягнення цієї мети бачать підвищення соціальної компетентності громадян, сприяння в усвідомленні своїх потреб у саморозвитку, соціальному та іншому вдосконаленні, надання допомоги найменш захищеним групам населення.

Проведений аналіз засвідчив, що сучасні науково-методологічні орієнтації акмеологічних досліджень визначаються конвергенцією системного, суб'єктно-діяльнісного, синергетичного, аксіологічного та компетентнісного підходів, що в сукупності формують методологічний поліфонізм акмеологічного знання. Акмеологія утвердилась як самостійна міждисциплінарна наука з власними предметом, категоріальним апаратом і дослідницькими методами, зберігаючи при цьому тісний зв'язок з психологією, педагогікою, філософією і соціологією.

Порівняльна таблиця визначень засвідчила наявність консенсусного ядра акмеологічного знання: акме як вершина зрілості, суб'єктність як умова її досягнення, самоактуалізація як механізм руху до акме, і водночас — змістовне збагачення цих понять у різних наукових традиціях. Сучасні тенденції — педагогізація, мілітаризація, технологізація і цифровізація — відображають відповідь акмеологічної науки на виклики трансформаційного суспільства.

Перспективами подальших досліджень є: розробка акмеологічної моделі підготовки офіцерів у системі ВВНЗ; дослідження акмеологічних ефектів цифрового навчального середовища; порівняльний аналіз підходів до визначення «акме» у вітчизняній та зарубіжній науковій традиції; обґрунтування акмеометричного інструментарію для оцінювання рівня досягнення акме фахівців у різних галузях.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

До розділу 1

1. Експерименти у психології: Третя хвиля Рона Джонса. URL: <https://www.psykholoh.com/post/експерименти-у-пс%25>.
2. Загадки людської психіки: Експеримент «Третя хвиля». URL: <https://revolta.com.ua/nepiznane/zagadki-lyudskoj-psi-hiki-eksperiment-tretya-khvilya.html>.
3. Пригадуючи Третю хвилю. URL: <https://commons.com.ua/uk/prigaduyuchi-tretyu-hvilyu/>.
4. Третя хвиля. Експеримент Рона Джонса. URL: https://psyfactor.org/lib/experiment_jonsa.htm.
5. Ghani A. Manipulation, The Third Wave Experiment. URL: <https://medium.com/illumination/manipulation-the-third-wave-experiment-a43c246e08e4>.
6. Jones Ron. Third Wave. Jones Ron. No Substitute for Madness. A Teacher, His Kids & The Lessons of Real Life. Covelo, California: Island Press, 1981. 168 p.
7. Mitchell R. The Third Wave Experiment and a Lesson from History URL: <https://www.historicmysteries.com/history/third-wave-experiment/37211/>.
8. Taaffe L. The Wave that changed the world URL: <https://www.paloaltoonline.com/news/2017/03/17/the-wave-that-changed-history/>.

To chapter 2

1. UNESCO. The Ethical Implications of the Internet of Things (IoT): Report of the World Commission on the Ethics of Scientific Knowledge and Technology (COMEST). Paris : UNESCO, 2023. 68 p. DOI: <https://doi.org/10.54678/JSGE8362>.

2. Al-Fuqaha A., Guizani M., Mohammadi M., Aledhari M., Ayyash M. Internet of Things: A Survey on Enabling Technologies, Protocols, and Applications. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*. 2015. Vol. 17, No. 4. P. 2347–2376. DOI: <https://doi.org/10.1109/COMST.2015.2444095>.
3. Henschke A. The Internet of Things and Dual Layers of Ethical Concern. *Robot Ethics 2.0: From Autonomous Cars to Artificial Intelligence* / ed. by P. Lin, R. Jenkins, K. Abney. New York : Oxford University Press, 2017. P. 229–243. DOI: <https://doi.org/10.1093/oso/9780190652951.003.0015>.
4. Doffman Z. Hong Kong Exposes Both Sides of China’s Relentless Facial Recognition Machine. *Forbes*. 2019. 26 August. URL: <https://www.forbes.com/sites/zakdoffman/2019/08/26/hong-kong-exposes-both-sides-of-chinas-relentless-facial-recognition-machine/> (дата звернення: 24.03.2026).
5. Taylor L., Floridi L., van der Sloot B. Introduction: A New Perspective on Privacy. *Group Privacy: New Challenges and Data Technologies* / ed. by L. Taylor, L. Floridi, B. van der Sloot. New York : Springer, 2017. P. 1–13. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-46608-8_1.
6. Slade S., Prinsloo P. Learning Analytics: Ethical Issues and Dilemmas. *American Behavioral Scientist*. 2013. Vol. 57, No. 10. P. 1510–1529. DOI: <https://doi.org/10.1177/0002764213479366>.
7. Regulation (EU) 2016/679 of the European Parliament and of the Council of 27 April 2016 on the protection of natural persons with regard to the processing of personal data and on the free movement of such data, and repealing Directive 95/46/EC (General Data Protection Regulation). *Official Journal of the European Union*. 2016. L 119. P. 1–88.
8. van den Hoven J. Fact Sheet: Ethics Subgroup IoT. Version 4.01. Brussels : European Commission, 2012. 22 p. URL: <https://www.semanticscholar.org/paper/Fact-sheet-Ethics-Subgroup-IoT->

Version-4.-0-1-Hoven/2b7d3c9f5a8e4d1f6c7b9a3e5d8f2c4a6b7e9d1f (дата звернення: 24.03.2026).

9. Fussell S. Why Can't This Soap Dispenser Identify Dark Skin? Gizmodo. 2017. 17 August. URL: <https://gizmodo.com/why-cant-this-soap-dispenser-identify-dark-skin-1797931773> (дата звернення: 24.03.2026).

10. UNESCO. "I'd Blush If I Could": Closing Gender Divides in Digital Skills through Education. Paris : UNESCO, 2019. 150 p. URL: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000367416> (дата звернення: 24.03.2026).

11. Samuel S. Alexa, Are You Making Me Sexist? Vox. 2019. 12 June. URL: <https://www.vox.com/future-perfect/2019/6/12/18660353/siri-alexa-sexism-voice-assistants-un-study> (дата звернення: 24.03.2026).

12. Brown A., Harkin D., Tanczer L.M. Safeguarding the "Internet of Things" for Victim-Survivors of Domestic and Family Violence: Anticipating Exploitative Use and Encouraging Safety-by-Design. Violence Against Women. 2025. Vol. 31, No. 5. P. 1039–1062. DOI: <https://doi.org/10.1177/10778012231222486>.

13. van Deursen A.J., Helsper E.J. A Nuanced Understanding of Internet Use and Non-use among the Elderly. European Journal of Communication. 2015. Vol. 30, No. 2. P. 171–187. DOI: <https://doi.org/10.1177/0267323115578059>.

14. Zhang K., Schnoor J.L., Zeng E.Y. E-Waste Recycling: Where Does It Go from Here? Environmental Science & Technology. 2012. Vol. 46, No. 20. P. 10861–10867. DOI: <https://doi.org/10.1021/es303166s>.

15. UNESCO. Report of COMEST on Land-Use Ethics. Paris : UNESCO, 2021. 52 p. URL: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000381355> (дата звернення: 24.03.2026).

16. United Nations Environment Management Group. United Nations System-wide Response to Tackling E-waste. New York : UN, 2017. 48 p.

URL: <https://unemg.org/images/emgdocs/ewaste/E-Waste-EMG-FINAL.pdf> (дата звернення: 24.03.2026).

17. Foucault M. Surveiller et punir : Naissance de la prison. Paris : Gallimard, 1975. 328 p.

18. Sassen S. Does the City Have Speech? Public Culture. 2013. Vol. 25, No. 2. P. 209–221. DOI: <https://doi.org/10.1215/08992363-2020557>.

19. Clapper J. Statement for the Record: Worldwide Threat Assessment of the US Intelligence Community. Senate Armed Services Committee, 2016. 32 p. URL: https://www.armed-services.senate.gov/imo/media/doc/Clapper_02-09-16.pdf (дата звернення: 24.03.2026).

20. Waag Society. Making Sense: from pilots to Citizen Sensing, a Toolkit! Amsterdam : Waag Society, 2018. 36 p. URL: <https://waag.org/en/article/making-sense-pilots-citizen-sensing-toolkit> (дата звернення: 24.03.2026).

21. Gabrys J. How to Do Things with Sensors. Minneapolis : University of Minnesota Press, 2019. 106 p. DOI: <https://doi.org/10.5749/j.ctv9hj9r3>.

22. Baldini G., Botterman M., Neisse R., Tallacchini M. Ethical Design in the Internet of Things. Science and Engineering Ethics. 2018. Vol. 24, No. 3. P. 905–925. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11948-016-9754-5>.

23. Simonite T. These Startups Are Building Tools to Keep an Eye on AI. Wired. 2019. 21 October. URL: <https://www.wired.com/story/these-startups-are-building-tools-keep-eye-ai/> (дата звернення: 24.03.2026).

24. Broadband Commission for Sustainable Development. Connecting Africa through Broadband: A Strategy for Doubling Connectivity by 2021 and Reaching Universal Access by 2030. Geneva : ITU, 2019. 48 p. URL: https://www.broadbandcommission.org/Documents/working-groups/DigitalMoonshotforAfrica_Report.pdf (дата звернення: 24.03.2026).

25. UNESCO. Recommendation on the Ethics of Artificial Intelligence. Paris : UNESCO, 2021. 48 p.

URL: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000380455> (дата звернення: 24.03.2026).

To chapter 3

1. Hutchinson T., Waters A. English for Specific Purposes: A Learning-Centred Approach. Cambridge : Cambridge University Press, 1987. 192 с.

2. Canale M., Swain M. Theoretical Bases of Communicative Approaches to Second Language Teaching and Testing. Applied Linguistics. 1980. Vol. 1, № 1. P. 1–47.

3. Гриценко Т. М. ESP-Based Sociolinguistic Exercises with AI Integration for Technical Students. Universal Teaching and Learning Journal. 2025. Vol. 1, № 3. P. 45–62. URL: <https://goodwoodpub.com/index.php/utlj/article/view/3482> (дата звернення: 21.03.2026).

4. Козлов Д., Петренко О. Enhancing ESP for STEM Students: AI Tools and Professional Communication. Tractatus. 2025. № 2. С. 17–32. URL: <https://tractatus.sumdu.edu.ua/index.php/journal/article/view/1271> (дата звернення: 21.03.2026).

5. Сидоренко І. В. Integrating Artificial Intelligence Tools into Project-Based English Language Instruction for Technical Students. Вісник Вінницького політехнічного інституту. Серія: Філософія, психологія, педагогіка. 2025. № 4. С. 78–92. URL: <http://ir.lib.vntu.edu.ua/handle/123456789/50044> (дата звернення: 21.03.2026).

6. Kozlova D., Petrenko O. AI-Enhanced Transformative Approach to ESP in Engineering Education. BCE2024 Proceedings. Tokyo : IAFOR, 2024. P. 112–125. URL: https://papers.iafor.org/wp-content/uploads/papers/bce2024/BCE2024_82559.pdf (дата звернення: 21.03.2026).

7. Alliance for Decision Education, Burning Glass Institute. Decision Skills in the Workforce: National Analysis. 2025. 45 p. URL:

<https://alliancefordecisioneducation.org/workforce-skills-report/> (дата звернення: 21.03.2026).

8. Law J. B. AI for Professional Communication : онлайн-курс. Coursera, 2026. URL: <https://www.coursera.org/learn/ai-for-professional-communication> (дата звернення: 21.03.2026).

9. UNESCO. Recommendation on the Ethics of Artificial Intelligence. Paris : UNESCO, 2021. 50 p. URL: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000381137> (дата звернення: 21.03.2026).

10. European Commission. Digital Education Action Plan (2021–2027): Reset, Progress, Challenge. Brussels : European Commission, 2025. 68 p. URL: <https://education.ec.europa.eu> (дата звернення: 21.03.2026).

11. Holmes W., Bialik M., Fadel C. Artificial Intelligence in Education: Promises and Implications for Teaching and Learning. Boston : Center for Curriculum Redesign, 2019. 128 p.

12. Godwin-Jones R. Emerging Technologies: AI and Language Learning. Language Learning & Technology. 2023. Vol. 27, № 1. P. 4–18.

До розділу 4

1. Про національну безпеку України : Закон України від 21.06.2018 № 2469-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2469-19> (дата звернення: 17.03.2026).

2. Стратегія національної безпеки України : Указ Президента України від 14.09.2020 № 392/2020. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/392/2020> (дата звернення: 17.03.2026).

3. Про Державну прикордонну службу України : Закон України від 03.04.2003 № 661-IV. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/661-15> (дата звернення: 17.03.2026).

4. Про схвалення Стратегії інтегрованого управління кордонами на період до 2025 року : розпорядження Кабінету Міністрів України від

24.07.2019 № 687-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/687-2019-p> (дата звернення: 17.03.2026).

5. Матвеев О. В. Правове регулювання прикордонної діяльності у сучасній державі : дис. ... д-ра філософії. Одеса, 2023. 238 с.

6. Конституція України : Закон України від 28.06.1996 № 254к/96-ВР. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/254к/96-вр> (дата звернення: 17.03.2026).

7. Про основні засади забезпечення кібербезпеки України : Закон України від 05.10.2017 № 2163-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2163-19> (дата звернення: 17.03.2026).

8. Купрієнко Д. А. Основні поняття та категорії у сфері забезпечення прикордонної безпеки. Збірник наукових праць Національної академії Державної прикордонної служби України. 2014. № 1. С. 357–368.

To chapter 5

1. Про охорону праці : Закон України від 14.10.1992 р. № 2694-XII. Редакція від 01.01.2024. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12> (дата звернення: 19.03.2026).

2. Директива Ради 89/391/ЕЕС від 12 червня 1989 року про введення заходів для заохочення поліпшень у сфері безпеки та здоров'я працівників на роботі. Офіційний журнал Європейських Співтовариств. L 183. 29.06.1989. С. 1–8. URL: <https://www.google.com/search?q=https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/%3Furi%3DCELEX:31989L0391> (дата звернення: 19.03.2026).

3. Основні шляхи реформування системи управління охороною праці в Україні - Головне управління Пенсійного фонду України в Луганській області. Головне управління Пенсійного фонду України в Луганській області. URL: <https://www.pfu.gov.ua/lg/367864-osnovni-shlyahy->

reformuvannya-systemy-upravlinnya-ohoronoyu-pratsi-v-ukrayini/ (дата звернення: 21.03.2026).

4. European Agency for Safety & Health at Work - Information, statistics, legislation and risk assessment tools. European Agency for Safety & Health at Work - Information, statistics, legislation and risk assessment tools. URL: <https://osha.europa.eu/en> (date of access: 20.03.2026).

5. ДСТУ EN ISO 45001:2019 (ISO 45001:2018, IDT). Системи управління охороною здоров'я та безпекою праці. Вимоги та настанови щодо застосування. – Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2019.-42 с.

6. ДСТУ EN ISO 12100:2016 (EN ISO 12100:2010, IDT). Безпечність машин. Загальні принципи проєктування. Оцінювання ризиків та зменшення ризиків. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2016.

7. Про затвердження критеріїв, за якими оцінюється ступінь ризику від провадження господарської діяльності та визначається періодичність проведення планових заходів державного нагляду (контролю) у сфері охорони праці : Постанова Кабінету Міністрів України від 06.03.2019 р. № 223. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/223-2019-%D0%BF> (дата звернення: 19.03.2026).

8. Berezutskyi V. V., Samborskyi I. A. WORKPLACE SAFETY CULTURE AND RISKS OF INJURY. Labour protection problems in Ukraine. 2024. Vol. 40, no. 3-4. P. 32–41. URL: <https://doi.org/10.36804/nndipbop.40-3-4.2024.32-41> (date of access: 21.03.2026).

До розділу 6

1. Dalpiaz F., Ferrari A., Franch X. Requirements Engineering: A Roadmap. arxiv, 2022. URL: <https://arxiv.org/abs/2201.10498>

2. Nguyen D., Cruz I. Cybersecurity Requirements Engineering: A Systematic Mapping Study. IEEE Access. 2022.

3. Penzenstadler B. Sustainability in Software Engineering: Advances and Future Directions. arxiv, 2022. URL: <https://arxiv.org/abs/2206.04612>
4. OpenAI. GPT-4 Technical Report. 2023. URL: <https://arxiv.org/abs/2303.08774>
5. Ferrari A., Spagnolo G. Natural Language Processing for Requirements Engineering: Recent Trends. Requirements Engineering Journal. 2023.
6. Bommasani R. et al. On the Opportunities and Risks of Foundation Models. arxiv, 2022. URL: <https://arxiv.org/abs/2108.07258>

To chapter 7

1. Pinchuk O., Prokopenko A. Actual Areas of Development of Digital Competence of Officers of the Armed Forces of Ukraine. ICTERI 2021 Proceedings. 2021. P. 89–108. URL: https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/728788/1/paper_129.pdf
2. Прокопенко А. М., Пінчук О. О. Development of Digital Competence of Military Leaders in the Professional Development System. Educational Dimension. 2024. № 6. С. 112–125.
3. Нагачевський В. Я., Семів Г. О. Forming Foreign Language Communicative Competence of Future Ukrainian Armed Forces Officers by Means of ICT. Online Defense. 2024. Vol. 45, № 2. P. 78–92.
4. Professional Military Education Modernization and CGSC Transformation. Small Wars Journal. 2025. URL: <https://smallwarsjournal.com/2025/10/29/pme-modernization-cgsc-transformation/> (дата звернення: 21.03.2026).
5. Nahachevskiy V. Yo., Semiv G. O. Information and Communication Technologies in the Formation of Professional Competence of Cadets of Ukrainian Military Higher Educational Institutions during Wartime. Prospects and Innovations of Science. Series Pedagogy. 2025. No. 10(56). P. 74–87.
6. Professional Military Education Modernization and CGSC Transformation. Small Wars Journal. 2025.

7. NATO StratCom COE. Digital Competence Framework for Military Professionals. Riga : NATO StratCom COE, 2024. 72 с.
8. NATO. Allied and Joint Approaches to Digital Transformation and Multi-Domain Operations. 2022–2024.
9. U.S. Army. Army Learning Concept for 2030–2040. Washington : TRADOC, 2023. 45 с.
10. NATO. Interoperability, Strategic Communication, and Military Professional Development Documents. Brussels : NATO, 2024.
11. European Commission. Digital Competence Framework for Citizens (DigComp 2.2). Brussels : EC, 2022. URL: https://joint-research-centre.ec.europa.eu/digcomp_en (дата звернення: 21.03.2026)
12. Бахмат Н. В. Цифрова трансформація військової освіти України. Військова освіта. 2025. № 1. С. 5–20.
13. Rodikov V. Interdisciplinary Professional Training of Military Specialists. Advances in Military Education. 2025. Vol. 3, No. 1. P. 23–38.

To chapter 8

1. Ouyang Z. et al. Self-regulated learning and engagement as serial mediators between AI-driven adaptive learning platform characteristics and educational quality. *Frontiers in Psychology*. 2025. Vol. 16. Article 1646469. DOI: 10.3389/fpsyg.2025.1646469.
2. Liu G. L. A scoping review of AI-mediated informal language learning: Mapping out the territory. *ReCALL*. 2026. Vol. 38, № 1. P. 1–25.
3. Järvelä S., Hadwin A. F. Self-regulation and shared regulation in collaborative learning in adaptive digital learning environments. *British Journal of Educational Technology*. 2024. Vol. 55, № 5. P. 1892–1915.
4. Huang Y. et al. L2 growth mindset in AI-mediated language learning: The mediating roles of emotional intelligence and willingness to

communicate. *Frontiers in Psychology*. 2025. Vol. 16. Article 1700117. DOI: 10.3389/fpsyg.2025.1700117.

5. Dovhaniuk E. Multimodal and cognitive approaches to academic discourse in AI-integrated learning environments. *Cognition, Communication, Discourse*. 2025. № 24. P. 15–32.

6. Winne P. H., Hadwin A. F. Studying as self-regulated learning. *Metacognition in Educational Theory and Practice* / ed. by D. J. Hacker, J. Dunlosky, A. C. Graesser. Mahwah : Lawrence Erlbaum Associates, 1998. P. 277–304.

To chapter 9

1. Бахмат Н. В. Штучний інтелект у вищій освіті: можливості, виклики, перспективи. *Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології*. 2023. № 3. С. 12–25.

2. Алексеєва Г. М. Етичні та освітні виклики штучного інтелекту у вищій освіті України. Науково-дослідна робота в системі підготовки фахівців-педагогів : матер. X Всеукр. наук.-практ. конф. Запоріжжя : БДПУ, 2025. С. 9–12.

3. Козлов Д. А. Використання штучного інтелекту у вищій освіті: стан і перспективи. *International Scientific Journal of Elementary and Secondary Education*. 2024. № 1. С. 45–58.

4. Holmes W., Bialik M., Fadel C. *Artificial Intelligence in Education: Promises and Implications for Teaching and Learning*. Boston : Center for Curriculum Redesign, 2019. 128 p.

5. UNESCO. *Recommendation on the Ethics of Artificial Intelligence*. Paris : UNESCO, 2021. 50 p. URL: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000381137>

6. European Network for Academic Integrity. *Guidelines on Ethical Use of AI in Education*. 2025.

7. Shaw A. et al. Student Willingness to Use Generative AI Despite Policy Prohibitions. *Journal of Academic Ethics*. 2023. Vol. 21, No. 4. P. 567–589.

8. Godwin-Jones R. Emerging Technologies: AI and Language Learning. *Language Learning & Technology*. 2023. Vol. 27, No. 1. P. 4–18.

9. Akgun S., Greenhow C. Artificial Intelligence in Education: Addressing Ethical Challenges in K-12 Settings. *AI and Ethics*. 2022. Vol. 2, No. 3. P. 431–440.

10. Hutchinson T., Waters A. *English for Specific Purposes: A Learning-Centred Approach*. Cambridge : Cambridge University Press, 1987. 192 p.

11. Canale M., Swain M. Theoretical Bases of Communicative Approaches to Second Language Teaching and Testing. *Applied Linguistics*. 1980. Vol. 1, No. 1. P. 1–47.

12. European Commission. *Digital Education Action Plan (2021–2027): Reset, Progress, Challenge*. Brussels : European Commission, 2025.

До розділу 10

1. Акмеологія: методологічні принципи і підходи [Електронний ресурс]. Освіта.ua. Режим доступу: <https://osvita.ua/vnz/reports/sociology/29809/>.

2. Боднар А. Л. Самореалізація творчого потенціалу людини в акмеології: науково-методологічні орієнтації. Київ, 2017. 180 с.

3. Войнікова А., Бетехтін О. Акмеологічний підхід у професійному розвитку майбутніх керівників освітніх закладів. *Педагогічний журнал*. 2025. № 1–2. С. 45–52.

4. Дубасенюк О. А. Методологія впровадження акмеологічного підходу у професійній підготовці педагога. Текст електронного ресурсу. Запорізький нац. ун-т, 2024. Режим доступу: <http://eprints.zu.edu.ua/>

5. Огнев'юк В. О. Сучасні акмеологічні дослідження: теоретико-методологічні та прикладні аспекти / В. О. Огнев'юк, С. О. Сисоєва, Я. С. Фруктова (ред.). Київ : Київський ун-т ім. Б. Грінченка, 2016. 200 с.
6. Паламарюк В. А. Формування акмеологічної компетентності педагога: теоретико-методологічні підходи. Одеса, 2025. 210 с.
7. Саяпіна С. А. Акмеологічні технології: методичні вказівки. Дніпро : ДДПУ, 2020. 32 с.
8. Саяпіна С. А. Акмеологічні технології: три методологічні орієнтації сучасного знання (природничо-наукова, гуманітарна, технологічна). Дніпро, 2021. 120 с.
9. Сучасні акмеологічні дослідження: теоретико-методологічні та прикладні аспекти : зб. наук. пр. / [ред. кол. В. О. Огнев'юк та ін.]. Київ : Київський ун-т ім. Б. Грінченка, 2016–2025. Серія: Акмеологія. Вип. 1–10.

Vydavatel:

Publishing house Education and Science s.r.o. IČO : 271 56 877.
Frýdlanská 15/1314 , Praha 8. MS v Praze , oddíl C, vložka 100614

**Cross-Disciplinary Studies in
Science, Innovation and Social
Development**

Volume VIII

Signed for printing on March 28, 2026.
Format 60x90/8. Headset Times New Roman.
Mental printing. arc. 5,04. Edition online.