

Сергій Миколайович Салкуцан (кандидат військових наук, доцент.)¹
Юрій Васильович Кравченко (доктор технічних наук, професор)²
Андрій Михайлович Онищенко (доктор технічних наук, професор)³
Максим Георгійович Тищенко (кандидат технічних наук)²

¹ *Місія України при НАТО, Брюссель, Бельгія*

² *Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, Київ, Україна*

³ *Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна*

КОНЦЕПТУАЛЬНА МОДЕЛЬ ЄДИНОГО ІНФОРМАЦІЙНОГО ПРОСТОРУ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

В статті досліджується проблема створення та функціонування системи дистанційного навчання у процесі підготовки особового складу Збройних Сил України. Водночас узагальнено поняття дистанційного навчання, розкрито суть інформаційного простору та єдиного інформаційного простору. Останнє дозволило визначити його структурну схему та на основі теорії системного аналізу перейти до побудови концептуальної та математичної моделі єдиного інформаційного простору дистанційного навчання Збройних Сил України, а також визначити шляхи його інтелектуалізації.

Ключові слова: дистанційне навчання; єдиний інформаційний простір; математичне моделювання; інтелектуалізація.

Вступ

Відповідно до політики Міністерства оборони України у сфері військової освіти, розвиток військової освіти передбачає її професіоналізацію шляхом побудови сучасної моделі професійної військової освіти, що забезпечує підготовку військових фахівців на основі їх безперервного професійного розвитку [1]. Одним з основних принципів політики є інтегрованість системи військової освіти України в європейський військово-освітній простір та безперервність і послідовність військової освіти (підготовки) упродовж військової кар'єри, що має забезпечуватися пріоритетними напрямками розвитку військової освіти шляхом впровадження технологій дистанційного навчання.

Інтеграція до європейського освітнього простору [2], а також необхідність впровадження досвіду країн-членів НАТО, у тому числі завдяки поширенню сучасних форм і методів навчання набуває ще більшої актуальності після прийняття Європейською радою 23 червня 2022 року рішення про надання Україні статусу країни-кандидата [3] та Спільного звернення Президента України Володимира Зеленського, Голови Верховної Ради України Руслана Стефанчука, Прем'єр-міністра України Дениса Шмигала до Організації Північноатлантичного договору щодо членства України в Альянсі [4]. Україна має незмінну підтримку з боку НАТО за багатьма напрямками. Практичний аспект підтримки за рішенням Мадридського саміту – комплексний пакет допомоги, в якому домінуюча роль відведена вивченню уроків та розбудові інфраструктури військових тренувальних центрів і відновленню спроможностей системи підготовки [5; 6].

Враховуючи неминучий перехід Збройних Сил України на сучасне озброєння НАТО, який прискорився в наслідок російської агресії проти України [7] підвищується актуальність завдань підготовки, перепідготовки та підвищення кваліфікації особового складу Збройних Сил України в контексті трансформації усіх ключових аспектів підготовки, застосування, управління та забезпечення військ (сил). За таких умов зазначений процес має тривати протягом всієї кар'єри військовослужбовців, що відповідає концепції безперервної освіти, яка заснована на принципах безперервності та гнучкості [8; 9].

Враховуючи особливості професійної діяльності військовослужбовців (неможливість постійного перебування в заданій освітній установі, зміну географічного розташування, мінливість військових завдань тощо), особливої ваги в межах системи безперервної освіти, набуває дистанційне навчання, яке в інформаційному суспільстві відіграє все більш важливу роль поряд із традиційним навчанням. Очевидним є той факт, що в умовах швидкоплинних змін традиційна форма навчання не в змозі розв'язати низку проблем військової освіти та підготовки військовослужбовців ЗС України. В умовах триваючої війни та інтенсивного переходу ЗС України від пострадянської до західної парадигми підготовки, застосування та управління військ (сил) військовослужбовці повинні мати можливість вибору різних форм та способів навчання в різних сферах на різних етапах розвитку кар'єри. Дистанційна освіта повинна органічно доповнювати традиційну форму навчання, надаючи низку переваг та доповнюючи її.

Постановка проблеми. На сьогодні переважна

більшість освітніх систем містить обмежені стандарти та моделі даних (нерідко такі моделі відсутні взагалі), що значно ускладнює а, часто, унеможлиблює інтеграцію різних ІТ-рішень або їх компонентів у сфері дистанційного навчання. За висловлюванням директори фонду «Lumina» з питань стратегії Ембер Гаррісон Дункан: «Найбільша наша проблема – це відсутність взаємозв’язаної інфраструктури у всіх системах вищої та (або) середньої професійної освіти» [18]. Системі військової освіти також притаманна подібна проблематика оскільки переважна більшість ресурсів дистанційного навчання Збройних Сил України розміщується у незалежних інформаційних системах, які, як правило, не пов’язані між собою. Це призводить до можливих зайвих витрат часових, людських та фінансових ресурсів на створення навчальних матеріалів, які, можливо, вже існують і розміщені на певній платформі дистанційного навчання або у певній бібліотеці, але до них сторонні користувачі не мають доступу. В умовах же ведення бойових дій, час на підготовку військових фахівців стає критичним фактором. Розв’язання зазначеної проблеми дасть змогу створити основу освітньої системи військовослужбовців незалежно від віку та місця розташування особового складу.

З метою ефективного аналізу, пропонується розглядати дистанційну освіту як нову форму навчання на рівні систем. З цієї точки зору система навчання передбачає створення інформаційно-комунікативної системи, формування єдиного інформаційно-технологічного середовища її функціонування, систематизацію та структурування інформаційних даних та навчального контенту, формування та актуалізацію інформаційних ресурсів, постійний аналіз ринку освітніх послуг, розроблення механізму передачі слухачам інформаційних даних та початкових матеріалів, необхідних для освітньої діяльності. Такі функції повинні бути реалізовані як на рівні освітніх, так і проектно-інноваційних технологій.

Системний підхід до вивчення проблеми дистанційного навчання у Збройних Силах України передбачає виокремлення її ключових складових, розкриття їх внутрішньої природи та, зрештою, перехід до концептуальної та математичної формалізації. Будь-яка освітня система є складною системою, в якій функціонує та взаємодіє значна кількість технічних, соціальних, гуманітарних процесів, що постійно змінюються під дією внутрішніх та зовнішніх умов. За цих обставин управління системою дистанційного навчання стає задачею, успішне розв’язання якої потребує використання наукового апарату системного аналізу, одним з ефективних методів якого є техніко-математичне моделювання.

В умовах дослідження побудови технічних систем методами математики розглядається множина з двох об’єктів: система-об’єкт та система-модель. При цьому детальне відображення повного спектру особливостей значно ускладнює математичний аналог, що може призвести до неможливості його повноцінного дослідження, а відповідно отримання необхідної інформації щодо

технічної системи. Таким чином, необхідно витримати баланс між двома протилежно спрямованими задачами: максимально точним відображенням моделі-об’єкту та складністю математичної конструкції аналога. З огляду на це, моделювання доцільно провести за етапами.

Враховуючи той факт, що процес управління освітньою діяльністю належить до категорії соціальних систем, на першому етапі його бажано розглядати з позицій системного аналізу представлення об’єктів.

Після фіксації певної структури та відображення притаманних їй характеристик у математичній формі доцільно перейти до другого етапу – математичного дослідження. На цьому етапі слід абстрагуватися від змістової форми моделі та сконцентруватися на виключно математичних алгоритмах розв’язання задачі. За таких умов системність у відображенні моделі-об’єкту через математичне формулювання, як правило, призводить до використання різноманітних напрямів математичної науки як класичних (чисельні методи, теорія диференціальних рівнянь, оптимізації тощо), так і сучасних спрямованих на застосування обчислювальних алгоритмів (нечітка логіка, нейронні мережі, генетичні алгоритми, тощо).

На третьому етапі моделювання доцільно провести інтерпретацію отриманих попередньо рішень на мову досліджуваного об’єкту шляхом співставлення виявлених властивостей моделі та досліджуваної системи – верифікація отриманих результатів, а також відшукати нові, приховані властивості та взаємозв’язки. У випадку, якщо отримані результати не проходять етап верифікації, необхідними є повернення до попередніх етапів та перебудова математичної моделі [19].

Зазначений підхід дозволить створити систему дистанційного навчання здатну інтегрувати до свого складу нові зовнішні модулі або, в свою чергу, бути інтегрованою до інших технічних систем. Враховуючи складність та ієрархічність такої системи, може стати необхідною побудова низки математичних моделей різного ступеня деталізації. Останнє пов’язане з тим, що жодна абстракція реального об’єкту не в змозі відобразити весь необхідний спектр його властивостей, і це потребує відповідного аналога щодо кожної окремої його складової, можливо, з різним ступенем деталізації. Саме тому важливим завданням є побудова концептуальної моделі досліджуваної системи або процесу, відображення його головних та другорядних характеристик, якими, за певних умов, можна знехтувати. За цих обставин така процедура носить, як правило, ітераційний характер, який дозволяє покроково наблизитися до оптимальної структури вихідної концепції дослідження. Для цього необхідно сформулювати сутність проблеми, прийняті гіпотези та припущення. Існує необхідність виокремлення найсуттєвіших рис та властивостей досліджуваного об’єкта, вивчення його структури та взаємозв’язку його елементів, попереднього формулювання гіпотези, які пояснюють поведінку та розвиток об’єкта.

У зв'язку з цим метою статті є виокремлення базових понять концепції побудови системи дистанційного навчання, властивостей та їхнє подальше визначення. Це дозволяє перейти до постановки наступного завдання: формалізації досліджуваної проблеми, тобто запис її у вигляді загальних, концептуальних математичних залежностей, визначення типу моделей, можливостей їх застосування в досліджуваній проблемній області, уточнення низки змінних та параметрів, форми їх зв'язку. Заразом будемо виходити з простих умов та переходити по ланках ієрархічної градації, поступово ускладнюючи модель.

Такий підхід забезпечить створення загального концепту дослідження та задасть необхідність подальшої деталізації у вивченні окремих складових на рівні окремих етапів побудови системи дистанційного навчання у Збройних Силах України.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Традиційна форма навчання змінюється за цілою низкою аспектів: форми, методи, віковий ценз, доступ до інформації, індивідуальний підхід, спрямованість на результат тощо. Ключовою рисою сьогодення є той факт, що навчання все більше виходить за межі традиційної аудиторії, що обумовлено стрімким зростанням можливостей цифрових інформаційно-комунікаційних технологій та їх широким прикладним застосуванням у галузі освітніх програм [10]. Зазначений аспект набуває ще більшої ваги в умовах триваючої війни, коли більшість об'єктів навчально-тренувальної інфраструктури ЗС України стали об'єктами ураження російських військ, що суттєво ускладнило реалізацію більшості сталих форм підготовки фахівців для ЗС України та вимагатиме пошуку шляхів підвищення стійкості системи військової освіти та підготовки в особливий період.

Зростання частки дистанційної освіти в освітньому процесі вимагає перегляду всіх складових освітнього процесу від змісту програм до критеріїв успішності засвоєння навчального контенту [11]. А головним критерієм для оцінювання успішності освітніх програм має стати їх зв'язок з потребами сектору безпеки та оборони України [12]. Успішна реалізація зазначеного тандему дозволить перейти на наступний рівень інтеграції – застосування та подальший розвиток передових наукових здобутків та створення тріади: практика – навчання – наука. У цих умовах всебічне врахування різноманітних факторів впливу на процес навчання є підґрунтям для їх врахування в дистанційній освіті.

В результаті аналізу використання технологій дистанційного навчання в ході російської агресії проти України було виявлено 4 основні фактори, які необхідно обов'язково враховувати під час подальшого удосконалення системи дистанційного навчання у Збройних Силах України, а саме:

персонал – система не працює автономно і для її функціонування необхідно мати відповідний особовий склад, який буде обслуговувати як технічну складову, так і користувачів системи.

Досвід показав, що персонал може бути залучений до виконання бойових завдань, що впливатиме на стан функціонування системи (часткове/обмежене функціонування або повна зупинка) через що, більшість процесів мають бути автоматизовані;

інфраструктура – існуючі програмно-апаратні рішення, на яких розміщуються платформи дистанційного навчання та інші інформаційні ресурси здебільшого розгортаються безпосередньо у навчальних закладах. За досвідом російські війська постійно завдають ударів по не тільки військовій, а й по цивільній інфраструктурі України. Це призводить до нестабільного забезпечення електроенергією, доступу до мережі Інтернет, а також може призвести до знищення (пошкодження) інфраструктури дистанційного навчання. Тому, для забезпечення безперервного функціонування інфраструктури дистанційного навчання необхідно розглядати використання хмарних рішень для її розгортання. Водночас, необхідно передбачати ресурси, які будуть забезпечувати доступ кінцевих користувачів до інформаційних тренувальних ресурсів з високим ступенем мобільності та автономності. Використання автономних та мобільних ресурсів живлення і засобів доступу до мережі Інтернет мають критичне значення. Також, вкрай актуальним є використання мобільних інтерактивних тренувальних комплексів, які не потребують прив'язки до конкретного місця розгортання і забезпечують набуття необхідного рівня теоретичних знань та практичних навичок військовослужбовців;

персональні дані – противник може використовувати персональну інформацію з метою отримання даних про діючих (колишніх) військовослужбовців та членів їх сімей, що може становити загрозу їх здоров'ю або життю. Рекомендується обмежено використовувати будь-яку персональну інформацію в інформаційних системах дистанційного навчання або, за необхідності її використання, забезпечувати належний рівень захисту зазначеної інформації;

доступ до матеріалів – з метою підготовки військових фахівців в Україні використовуються різноманітні інформаційні ресурси, найбільш поширеними з яких є: YouTube, LMS Moodle, месенджери та електронні бібліотеки. Враховуючи значну кількість таких ресурсів, їх розрізненість та складність вибору існує потреба створення та використання єдиного інформаційного порталу дистанційного навчання. На порталі доцільно розмістити інформацію щодо: переліку існуючих платформ дистанційного навчання, порядку отримання доступу до них, переліку доступних дистанційних курсів, електронних бібліотек тощо. Науковим центром дистанційного навчання Національного університету оборони України створено подібний портал, який доступний за посиланням <https://adl.nuou.org.ua/>. В НАТО також діє подібний портал – «Joint Advanced Distributed Learning, JADL», доступний за посиланням <https://jadl.act.nato.int/>.

Окрім освітньої та оцінювальної функції така система може включати інституційні, управлінські,

технологічні, педагогічні, етичні, інтерфейсні, ресурсні фактори [13]. Зазначена множина факторів була закладена у моделі з дослідження різних сценаріїв реалізації дистанційного навчання, врахування різноманітних його форм та менторів-кураторів. Зазначається, що навчання відбувається у більш широкому сенсі, коли його здійснюють фахівці міждисциплінарних груп з контенту, науки про навчання, технологій, обробки даних та ін. Критично важливим фактором для системи військової освіти України є широке залучення до процесу розроблення програм учасників бойових дій, експертів з питань бойового застосування родів військ та видів ЗС України, а також представників органів військового управління, до відповідальності яких належить узагальнення і впровадження досвіду бойових дій в систему військової освіти та підготовки. Окремо наголошується на залученні експертів з нових напрямів, наприклад,юзабіліті та психометрії, а також необхідності створення адміністративного центру керування навчальним процесом [14–16].

Побудова, вище наведеної системи навчання передбачає низку кроків: використання кількох теорій для обґрунтування розроблення освітніх програм на кожному рівні військової освіти; забезпечення унікальності контенту та його відповідності цілям навчання на відповідному рівні військової освіти; об'єднання специфічного і агностичного за змістом та соціально-емоційного навчання; сумісність технологій для вимірювання та об'єднання; використання науки про навчання для оптимізації системи навчання [17].

Виклад основного матеріалу дослідження

Дистанційні освітні технології охоплюють освітні технології, реалізовані переважно із застосуванням засобів інформатизації та телекомунікації за частково або повністю опосередкованої взаємодії слухача і науково-педагогічного працівника. В межах таких технологій виділяють низку складових: технологічну, змістову та організаційну. До першої належить спектр інженерного та програмного забезпечення, що дозволяє безпосередньо реалізувати дистанційну комунікацію між лектором та слухачем. Її доповнює змістова складова, яка відображає наповнення навчальних курсів у вигляді презентацій, сайтів, порталів, тощо, а також організаційна – спрямована на застосування передових методик реалізації навчального процесу. Кожна з вказаних підсистем оперує інформаційними ресурсами та їх складовими, серед яких особливу роль відіграє інформаційний простір.

Інформація є основним джерелом трансформації в парадигмі дистанційного навчання і відіграє важливу роль на всіх рівнях його організаційної структури. Можна стверджувати, що стабільність функціонування і подальшого розвитку систем дистанційного навчання залежить від інформаційних потоків внутрішнього та зовнішнього середовищ, оскільки від якості й обсягів наданої інформації буде залежати

ефективність організації дистанційного навчання, особливо в умовах мінливості завдань та цілей передбачених в межах такого освітнього процесу. У цьому контексті низка дослідників виокремлюють наявність інформаційного простору як обов'язкову складову дистанційного навчання.

На сьогодні можна констатувати той факт, що єдиного загальноприйнятого поняття цієї дефініції не сформовано. Саме тому поставимо завдання узагальнити найбільш відомі існуючі визначення категорії «інформаційний простір», від суспільно-філософського трактування до спеціалізованого, з метою відпрацювання його трактування з погляду застосування цього терміну під час реалізації концепції дистанційного навчання у Збройних Силах України. Варто констатувати, що існує низка досліджень поняття терміну «інформаційний простір», що виходять з логіки трактування його складових, змісту того чи іншого наукового напрямку досліджень. Крім того, ця категорія зазнавала зміни у трактуванні з плином часу, модифікувалась, доповнювалась новими ознаками, характеристиками та властивостями [20–22].

Розглянемо низку сучасних визначень поняття терміну «інформаційний простір», виходячи з різних умов та завдань дослідників цієї категорії. У спробі відпрацювання поняття інформаційного простору в межах реалізації концепції дистанційного навчання Збройних Сил України будемо надавати перевагу технічному підходу, як більш придатному для подальшої математичної формалізації. Однак, урахувавши той факт, що об'єктами дистанційної освіти, а також особами, які приймають рішення, є люди (особовий склад Збройних Сил України), для поведінки яких притаманний певний суб'єктивізм, не варто відмовлятися від гуманітарної складової, тобто спробуємо обрати симбіоз першого та другого підходів. Отже, під поняттям інформаційного простору пропонується розуміти взаємодію різноманітних суб'єктів, які продукують або споживають інформацію на основі інформаційно-комунікаційних систем та технологій.

З точки зору змісту інформаційного простору, принципів його функціонування виділяють поняття його єдності. Згідно з поняттям єдиного інформаційного простору, введеному в [23], його характеристиками є універсальність, яка полягає у чітко регламентованих правилах організації технічної, методичної та організаційної складових. Це передбачає певні правила створення, доступу, перетворення інформаційного ресурсу, його презентування, методик викладання та забезпечує доступ будь-якому споживачеві освітніх послуг в разі виконання вимог єдності. Таким чином, можна констатувати, що єдиний інформаційний простір – це взаємодія різноманітних суб'єктів, які продукують або споживають інформацію на основі інформаційно-комунікаційних систем та технологій, що функціонують на основі єдиних принципів та законів.

Виходячи із завдання вивчення освітнього процесу, а саме окремої його форми – дистанційної – та розглядаючи необхідність постійної самоосвіти військовослужбовців,

підвищення їх кваліфікації, та реалізації поставлених завдань на відстані від навчального закладу поняття єдиного інформаційного простору дистанційного навчання Збройних Сил України набуває певних уточнень – це взаємодія різноманітних суб'єктів, які продукують або споживають інформацію на основі інформаційно-комунікаційних систем та технологій, що функціонують на основі єдиних принципів та законів з управління освітнім процесом, розподілу прав доступу до освітніх ресурсів та засобів управління, розмежування взаємодії суб'єктів освітнього процесу.

До основних завдань єдиного інформаційного простору дистанційного навчання Збройних Сил України слід віднести:

навчання незалежно від місця перебування військовослужбовця;

зменшення витрат на навчання порівняно з традиційними освітніми програмами;

гнучкість у виборі часових меж навчання;

забезпечення можливості навчання паралельно з виконанням військових завдань;

зняття обмеження на кількість військовослужбовців, що одночасно проходять навчання;

забезпечення гнучкого графіку навчання військовослужбовців та роботи викладацького складу;

реалізацію особистісно орієнтованого підходу;

можливість ефективного контролю набутих умінь та навичок;

набуття навичок використання інформаційних технологій.

До складових єдиного інформаційного простору дистанційного навчання Збройних Сил України слід віднести інформаційно-аналітичні системи, інформаційно-технологічне середовище, засоби систематизації та структуризації інформаційних даних та матеріалів, програми формування та актуалізації інформаційних ресурсів. Об'єктами єдиного інформаційного простору будемо розглядати інформацію, її редагування та кодування з метою її уніфікації та формалізації, схему взаємодії всіх учасників освітнього середовища. Суб'єкти єдиного інформаційного простору – особовий склад Збройних Сил України.

Інфраструктуру єдиного інформаційного простору можна розглядати як ієрархічну та багаторівневу, яка на кожному рівні поєднує інформаційні ресурси, системи накопичення та передачі освітніх даних. Водночас між сусідніми ієрархічними рівнями існує взаємозв'язок із визначеними функціями передачі, аналізу та трансформації інформації. Норми та принципи функціонування єдиного інформаційного простору в системі дистанційного навчання Збройних Сил України залишаються загальноприйнятими.

Загальне визначення поняття єдиного інформаційного простору Збройних Сил України, виокремлення його властивостей та складових дозволяє перейти до вищого рівня його дослідження – математичної формалізації (моделювання). Окреслимо його найбільш загальну форму як системного об'єкту та об'єкту керування.

На будь-якому рівні побудови єдиного інформаційного простору Збройних Сил України – стратегічному, оперативному, тактичному – необхідним є розгляд таких складових: мета, керовані та некеровані фактори, множина можливих рішень, обмеження, критерії, вибір оптимального рішення. Відсутність принаймні одного з них робить побудову системи єдиного інформаційного простору неповноцінною або навіть неможливою. Розглянемо кожну зі складових більш детально.

Мета – образ кінцевого результату, досягнення якого заплановано за проведення певної діяльності. Формулювання мети визначає в якому стані бажано отримати об'єкт або систему через певний час. В реальних умовах, як правило, розглядається досягнення не однієї, а кількох цілей, особливо в умовах побудови складних систем. Під час формулювання мети слід враховувати, що їй, як правило, притаманні внутрішня суперечливість, невизначеність, двоїстість, суб'єктивізм, а також складність поєднання бажаного та реального. Мета може змінюватись з часом, зазнавати корегування залежно від зміни зовнішнього середовища, використовувати інші інструменти для досягнення кінцевого результату. Коректно визначена мета має бути конкретно (ясно та однозначно сформульованою, мати оцінку часу для її досягнення), реальною (узгодженою з реальними можливостями та обставинами), гнучкою (допускає можливість корегування під впливом змін), вимірюваною (здатною бути оціненою щодо ступеня досягнення рівня критерія).

Для реалізації управління тим чи іншим процесом необхідно, щоб об'єкт управління володів керуючими факторами, впливаючи на які можливо змінювати стан об'єкту, а суб'єкт управління мав можливість впливу на перебіг процесу побудови тієї чи іншої системи через керовані фактори. Одночасна наявність керуючих та керованих факторів означає, що діяльність або об'єкт керування є керованими. Тобто керованість – це властивість об'єкта управління змінювати свої властивості в умовах впливу на нього керуючих факторів і разом з тим – властивість суб'єкта управління здійснювати вплив на керуючі фактори (в цьому випадку вони стають керованими факторами). Всі фактори, що належать множині керуючих факторів та не є керованими, вважатимемо некерованими факторами [24].

Розглянемо співвідношення між керуючими, керованими та некерованими факторами. Множина керованих факторів S_{cf} належить множині керуючих факторів S_{CF} ($S_{cf} \subset S_{CF}$), а множина некерованих факторів S_{ucf} складається зі всіх тих елементів множини S_{CF} , які не належать множині S_{cf} (множина S_{ucf} є доповненням множини S_{cf} , тобто $S_{ucf} = S_{CF} \setminus S_{cf}$). Умова керованості означає, що перетин множин керуючих та керованих факторів не є порожнім. Відповідно некерованість має місце в тому випадку, коли множина керуючих

факторів S_{CF} або множина керованих факторів S_{cf} для даного суб'єкта керування є порожніми або їх перетин – порожнім $S_{cf} \cap S_{CF} = \emptyset$.

Сукупність рішень x_i , з яких відбувається вибір, утворюють множину можливих рішень X . Множина можливих рішень може містити як скінченну, так і нескінченну кількість рішень. Природа альтернатив або рішень у множині можливих рішень при цьому не має принципового значення. При побудові множини можливих рішень слід враховувати, що остаточний вибір рішення відбувається саме з цієї множини і якщо в цю множину деякі з рішень не потраплять, то це може призвести до того, що остаточно буде обрано не оптимальне рішення. Для того, щоб не втратити жодного потенційного рішення необхідно розглянути структуру рішення або складові рішення. Можливе рішення та множина керуючих факторів безпосередньо пов'язані між собою – будь-яке рішення є сукупністю керуючих факторів: $x_i = \{S_{CF}\}$, $x_i \in X$. Керуючі фактори можна розділити на керовані та некеровані $S_{CF} = S_{cf} \cup S_{ucf}$, відповідно $x_i = \{S_{cf}, S_{ucf}\}$. В конкретній заданій ситуації некеровані фактори залишаються незмінними, в той час як керовані фактори є доступними суб'єкту керування і тому можуть зазнавати з його сторони впливу як шляхом безпосередньої зміни їх значень, так і шляхом вибору із множини їх значень. Тому різні рішення із множини можливих рішень відрізняються одне від одного лише значеннями керованих факторів, відповідно рішення є сукупністю всіх керованих факторів $x_i = \{S_{cf}\}$, $x_i \in X$. Різні набори значень керованих факторів визначають різні рішення. Зміна значення хоча б одного з керованих факторів призводить до нового можливого рішення.

Будь-яка діяльність проходить в певному оточуючому середовищу або в внутрішніх та зовнішніх умовах, які для даного виду діяльності є об'єктивною реальністю, і на яку суб'єкт керування впливати не може. Сукупність всіх тих факторів, які впливають на діяльність системи є об'єктивними і не залежать від суб'єкта управління називають обмеженнями. Обмеження утворюють середовище, в якому функціонує система. Всі фактори, які утворюють обмеження, можна поділити на внутрішні та зовнішні.

Зовнішні фактори складаються з елементів, які знаходяться за межами системи, поза діяльністю суб'єкта керування. Ці фактори утворюють зовнішні умови, в яких існує організація і реалізується певна діяльність. Вони можуть проявлятися у вигляді загальних тенденцій та сил, законів та розпоряджень. Внутрішні фактори знаходяться в самій системі і утворюють саме середовище, в якому протікає діяльність. До них належать ресурси, технології засоби керування тощо.

Оскільки обмеження є сукупністю всіх факторів, які з одного боку впливають на хід діяльності, а з іншого не залежать від суб'єкта управління, то такими є саме некеровані фактори.

Сукупність некерованих факторів утворює множину обмежень, тобто $Y = \{S_{ucf}\}$. Визначення поміж керуючих факторів некерованих та побудова на їх основі обмежень називають структуруванням обмежень.

Слід зазначити, що межа між керованими та некерованими факторами є не завжди чітко визначеною та може зазнавати змін. Це означає, що окремі фактори, які формують обмеження, можуть стати доступними для керування та перейти в категорію рішень і, відповідно, фактори, які формують рішення, можуть стати некерованими та перейти в категорію обмежень. Обмеження також формують множину допустимих рішень в межах функціонування досліджуваної системи.

Для того щоб вибір із множини альтернатив або можливих рішень був можливим необхідно володіти певним кількісним показником. Розуміючи оцінку того чи іншого рішення з погляду ефективності досягнення поставленої мети, ведуть мову про показник ефективності. Кількісний показник, за яким порівнюють між собою різні рішення називають критерієм ефективності функціонування побудованої системи. Формулювання такого критерію є досить складною задачею, яка потребує врахування того факту, що за умов його некоректного визначення, досягнення поставленої мети може стати неможливим або призвести до невиправданих витрат та збитків. В більшості практичних задач для оцінки різних альтернатив вибору рішення використовується не один, а кілька критеріїв. В таких випадках йдеться про розв'язання багатокритеріальних проблем.

Сформована низка критеріїв дозволяє визначити механізм оцінювання реалізації досягнення побудови системи або ефективності її функціонування. У ролі такого індикатора введемо до розгляду функцію якості досягнення мети. Для окреслення її властивостей будемо вважати, що множина можливих рішень володіє властивостями транзитивності, рефлексивності, ірефлексивності, симетричності, асиметричності, антисиметричності. Диференційовані таким чином співвідношення називають пріоритетними порядками, до яких належать: порядок еквівалентності, ірефлексивний та слабкий порядок [25]. За наявності пріоритетного співвідношення з ознаками слабого порядку його можна представити функцією якості досягнення мети F . Така функція для всіх елементів множини можливих рішень трансформує пріоритетні співвідношення еквівалентності та строгості у числові співвідношення слабкості або рівності, дозволяючи визначати ефективність функціонування системи:

$$x_i > x_j \leftrightarrow F(x_i) > F(x_j),$$

$$x_i \approx x_j \leftrightarrow F(x_i) = F(x_j),$$

$$x_i, x_j \in X, i, j = 1, \dots, n.$$

Таким чином, формалізуємо наведену вище теорію у вигляді математичної моделі:

$$F(x_i) \rightarrow opt$$

$$X = \{S_{cf}, S_{ucf}\}, \quad (1)$$

$$x_i \in X,$$

$$Y = \{S_{ucf}\}.$$

Наведена модель відображає вибір оптимальної системи побудови та функціонування єдиного інформаційного простору дистанційного навчання Збройних Сил України на множині можливих

рішень (альтернатив), що складаються з керованих та некерованих факторів в умовах існуючих обмежень на множині некерованих факторів. Розглянута теорія математичного опису оцінки якості побудови та функціонування єдиного інформаційного простору дистанційного навчання Збройних Сил України та виражена у вигляді математичної моделі (1) дозволяє побудувати її аналог у вигляді блок-схеми керування (рис. 1).

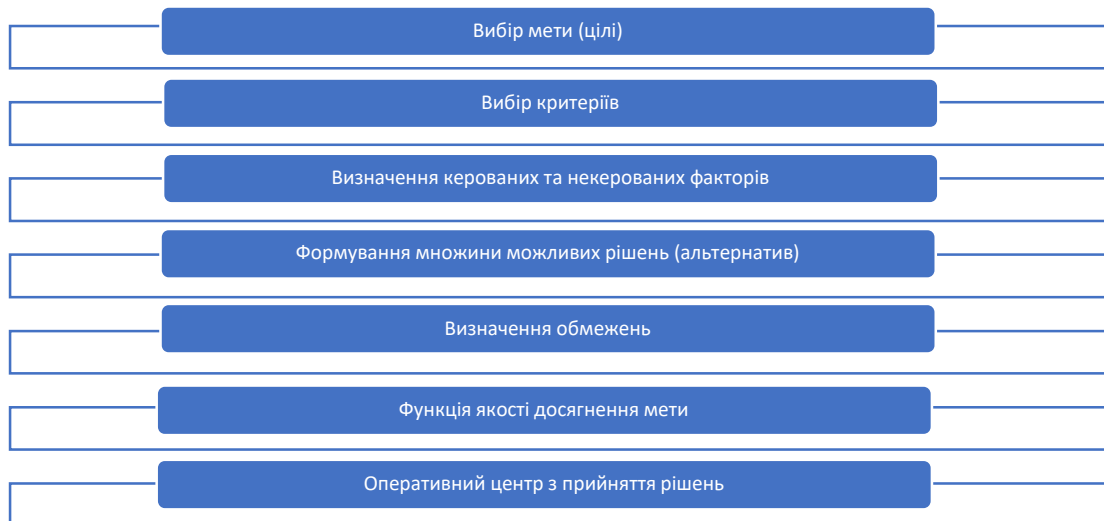


Рис. 2. Блок-схема керування єдиного інформаційного простору дистанційного навчання Збройних Сил України

Порівняно з попередньою концепцією, таку модель доповнимо блоком, який оцінює значення функції якості F – оперативний центр оцінки та прийняття рішень. Саме ця одиниця несе повну відповідальність за остаточне прийняття рішень. За таких умов слід наголосити на тому, що оптимальних рішень, які визначає функція F може бути декілька або, навіть, нескінченна множина. Вибір, в такому випадку, ґрунтується на окремій теорії, розгляд якої виходить за межі цієї публікації.

Враховуючи специфіку предметної області єдиного інформаційного простору дистанційного навчання Збройних Сил України, слід відзначити завдання інтелектуалізації його складових, які можуть набувати додаткових системних властивостей – адаптації, навчання та самонавчання, накопичення знань та отримання нових знань на основі існуючих. Для єдиного розуміння введемо поняття терміну «інтелектуалізація дистанційного навчання» – це розроблення, впровадження та використання у відповідних програмних продуктах алгоритмів штучного інтелекту для автоматизованого вирішення складних завдань освітнього процесу в умовах невизначеності. В наслідок цього виникає інтегративний ефект, який проявляється як розширення функціоналу на проблемну область освітніх задач, характерних для інтелектуальної діяльності суб'єкта навчання [26].

З метою реалізації інтелектуалізації складових єдиного інформаційного простору дистанційного навчання Збройних Сил України актуальним є покрокова реалізація такої схеми (концептуальної моделі):

формулювання цілей, задач, вихідних даних

стосовно об'єкту та процесів дослідження, основних факторів, взаємозв'язків, формулювання вихідних гіпотез щодо закономірностей розвитку, методів та організації процедур моделювання;

вивчення зовнішнього середовища, виявлення зовнішніх впливів на розвиток об'єкту та внутрішнього управління, уточнення критеріїв розвитку та параметрів керування;

розроблення техніко-математичної моделі, визначення її структури та складових елементів, виявлення взаємозв'язків між ними, які дозволяють прослідкувати закономірності розвитку системи;

оцінювання розроблення альтернативних варіантів концепції та порівняння їх з основним базовим аналогом;

визначення достовірності, точності та обґрунтованості розробленої системи, наслідків її функціонування;

розроблення рекомендацій з управління розвитком системи з врахуванням впливу зовнішніх факторів та еволюції внутрішньої структури;

формулювання задач із розроблення оптимізації тих чи інших параметрів системи з врахуванням аналізу отриманих результатів та нової виявленої інформації.

На сьогодні практичні роботи з впровадження інтелектуалізації єдиного інформаційного простору дистанційного навчання знаходяться на початковому етапі реалізації – теоретичному. Основним напрямом їх подальшого розвитку є розроблення конкретних схем інтелектуалізації окремих складових єдиного інформаційного освітнього простору.

Висновки й перспективи подальших досліджень

Дистанційне навчання посідає все більш важливе значення в системі військової освіти, особливо в умовах збройної агресії, коли ціною неналежної підготовки є життя громадян та безпека держави. Володіючи низкою переваг, воно стає домінуючим інструментом в питанні безперервного навчання та підготовки особового складу Збройних

Сил України. Водночас ключові складові системи дистанційного навчання у Збройних Силах України – єдиний інформаційний простір – потребують окремого дослідження на рівні математичного апарату з метою узагальнення наявних та виявлення прихованих властивостей. Наступним кроком слід розглядати процес інтелектуалізації єдиного інформаційного простору як сучасну складову кібернетичної тріади «аналіз – синтез – оптимізація».

Література

- 1. Політика** Міністерства оборони України у сфері військової освіти. 2021 р. URL : https://www.mil.gov.ua/content/education/politika_mou_ovs_ita.pdf (дата звернення: 09.12.2022).
- 2. Стратегія** розвитку вищої освіти в Україні на 2021–2031 роки. 2020 р. URL : <https://mon.gov.ua/storage/app/media/rizne/2020/09/25/rozvitku-vishchoi-osviti-v-ukraini-02-10-2020.pdf> (дата звернення: 09.12.2022).
- 3. European Council conclusions on Ukraine, the membership applications of Ukraine, the Republic of Moldova and Georgia, Western Balkans and external relations**, 23 June 2022. URL : <https://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2022/06/23/european-council-conclusions-on-ukraine-the-membership-applications-of-ukraine-the-republic-of-moldova-and-georgia-western-balkans-and-external-relations-23-june-2022/> (дата звернення: 09.12.2022).
- 4. Спільне** звернення Президента України Володимира Зеленського, Голови Верховної Ради України Руслана Стефанчука, Прем'єр-міністра України Дениса Шмигала до Організації Північноатлантичного договору. 2022 р. URL : <https://www.president.gov.ua/storage/j-files-storage/01/16/49/930828c389f438917f22e67e5d64c98e1667835181.pdf> (дата звернення: 09.12.2022).
- 5. Madrid Summit Declaration Issued by NATO Heads of State and Government participating in the meeting of the North Atlantic Council in Madrid 29 June 2022.** URL : https://www.nato.int/cps/en/natohq/official_texts_196951.htm (дата звернення: 09.12.2022).
- 6. 2022 NATO Summit (Overview).** URL : https://www.nato.int/cps/en/natohq/news_196144.htm (дата звернення: 09.12.2022).
- 7. Перспективи** забезпечення воєнної компанії 2023 року: український погляд. Режим доступу: URL : <https://www.ukrinform.ua/rubric-ato/3566162-ak-zabezpeciti-voennu-kampaniu-u-2023-roci-ukrainskij-poglad.html> (дата звернення: 09.12.2022).
- 8. Щипанський П. В., Тимошенко Р. І., Салкуцан С. М.** Формування нової парадигми військової освіти. *Наука і оборона*. 2017. № 2. С. 37–42.
- 9. Mariusz S., Tyshchenko M., Tony R., Gareis S., Gawliczek P., Petek B.** Defence Education Enhancement Programme (DEEP) Strategy for Distance Learning Support, 2021. URL : https://www.nato.int/nato_static_fl2014/assets/pdf/2021/12/pdf/211209-deep-strategy-dist-learn.pdf (дата звернення: 09.12.2022).
- 10. Allen I. E., Seaman J.** Online Report Card: Tracking Online Education in the United States (ERIC No. ED572777). Babson Park, MA: Babson Survey Research Group, 2016. URL : eric.ed.gov/?id=ED572777 (дата звернення: 09.12.2022).
- 11. Association for Talent Development Research.** Next Generation E-Learning: Skills and Strategies (Product Code 191706). Alexandria, VA: ATD Research, 2017.
- 12. Артамошенко В. С.** Розвиток системи військової освіти. Розроблення програмного документа Кабінету Міністрів України. *Наука і оборона*. 2021. № 4. С. 26–33.
- 13. Farid S., Ahmad R., Alam M.** A hierarchical model for e-learning implementation challenges using AHP. *Malaysian Journal of Computer Science*. 2015. № 28(3). С. 166–188.
- 14. Roscoe R. D., Branaghan R., Cooke N. J., Craig S. D.** Human systems engineering and educational technology. / In Eds. R. D. Roscoe, S. D. Craig & I. Douglas, End-user considerations in educational technology design. New York : IGI Global, 2017. P. 1–34.
- 15. Sohoni S., Craig S. D., Vedula K.** A blueprint for an ecosystem for supporting high quality education for engineering. *Journal of Engineering Education Transformation*. 2017. № 30(4). С. 58–66.
- 16. Cooke N. J., Hilton M. L.** Enhancing the effectiveness of team science. Washington, D.C.: National Academies Press, 2015.
- 17. Sae Schatz** and her colleagues have dubbed this integrated approach «Industrial Knowledge Design» and outline it in an article, see: Schatz S., Berking P., Raybourn E. M. Industrial knowledge design: an approach for designing information artefacts. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*. 2017. № 18(6). P. 501–518.
- 18. Johnson-Freese J.** The reform of military education: Twenty-five years later (ADA570086). Philadelphia, PA: Foreign Policy Research Inst., 2012. URL : apps.dtic.mil/docs/citations/ADA570086 (дата звернення: 09.12.2022).
- 19. Serovajsky S.** Mathematical modeling. – Chapman and Hall/CRC. 1st edition, 2021. 442 p.
- 20. Walcutt J. J., Schatz S.** (Eds.). *Modernizing Learning: Building the Future Learning Ecosystem*. Washington, DC: Government Publishing Office. License: Creative Commons Attribution CC BY 4.0 IGO, 2019. 405 p.
- 21. Montemayor C.** The Problem of the Base and the Nature of Information. *Journal of Consciousness Studies*. 2017. № 24. P. 91–102.
- 22. Ball B., Nagle F., Votsis I.** Editorial: Computationalism Meets the Philosophy of Information. *Review of Philosophy and Psychology*, 2020. P. 507–515.
- 23. Теорія і практика** дистанційного навчання у Збройних Силах України. Ч. 1: Основи використання технологій дистанційного навчання в освітньому процесі вищих військових навчальних закладів та військових навчальних підрозділів закладів вищої освіти : навч.-метод. посіб. / колектив авторів ; за заг. ред. А. М. Сиротенка. Київ : НУОУ ім. Івана Черняховського, 2020. 220 с.
- 24. Bellman R.** *Classic Papers in Control Theory*. Dover Publications. 2017. 208 p.
- 25. Rosen K.** *Discrete Mathematics and Its Applications*. Mc Graw Hill Education (UK); 8th edition, 2000. 2018 p.
- 26. Організація** та використання технологій дистанційного навчання у Збройних Силах України: навч.-метод. посіб. / заг. ред. С. М. Салкуцана. Київ : НУОУ, 2017. 124 с.

CONCEPTUAL MODEL OF THE UNIFIED INFORMATION SPACE FOR DISTANCE LEARNING OF THE ARMED FORCES OF UKRAINE

Serhii Salkutsan (Candidate of Military Sciences, Associate Professor)¹

Yurii Kravchenko (Doctor of Technical Sciences, Professor, Lead Researcher of a Center)²

Andrii Onyshchenko (Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of a Department)³

Maksym Tyshchenko (Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher, Chief of a Center)²

¹ *Military representative of Mission of Ukraine to NATO*

² *National Defense University of Ukraine named after Ivan Chernyakhovskiy, Kyiv, Ukraine*

³ *Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine*

The article examines the problem of creation and functioning of a distance learning system in the training of personnel of the Armed Forces of Ukraine. At the same time, the concept of distance learning is generalized, the essence of the information space and the unified information space is revealed. The latter made it possible to determine the block diagram and, on the basis of the theory of system analysis, proceed to the construction of a conceptual and mathematical model of a single information space for distance learning of the Armed Forces of Ukraine, as well as to determine the ways of its intellectualization.

Keywords: distance learning; single information space; mathematical modeling; intellectualization.

References

- 1. Politics of the Ministry of Defense** of Ukraine in the sphere of military education. (2021). Available at: https://www.mil.gov.ua/content/education/politika_mou_osv_ita.pdf.
- 2. Strategy** for the development of higher education in Ukraine for 2021–2031. (2020). Available at: https://mon.gov.ua/storage/app/media/rizne/2020/09/25/r_ozvitku-vishchoi-osviti-v-ukraini-02-10-2020.pdf.
- 3. European Council conclusions** on Ukraine, the membership applications of Ukraine, the Republic of Moldova and Georgia, Western Balkans and external relations (23 June 2022). Available at: <https://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2022/06/23/european-council-conclusions-on-ukraine-the-membership-applications-of-ukraine-the-republic-of-moldova-and-georgia-western-balkans-and-external-relations-23-june-2022/>.
- 4. Speech** of the President of Ukraine Volodymyr Zelensky, Head of the Verkhovna Rada of Ukraine Ruslan Stefanchuk, Prime Minister of Ukraine Denis Shmyhal to the Organization of the Pivnichno-Atlantic Treaty. (2022). Available at: https://www.president.gov.ua/storage/j-files-storage/01/16/49/930828c389f438917f22e67e5d64c98e_1667835181.pdf.
- 5. Madrid Summit Declaration** Issued by NATO Heads of State and Government participating in the meeting of the North Atlantic Council in Madrid. (29 June 2022). Available at: https://www.nato.int/cps/en/natohq/official_texts_196951.htm.
- 6. 2022 NATO Summit** (Overview). (2022). Available at: https://www.nato.int/cps/en/natohq/news_196144.htm.
- 7. Prospects for providing a military company** in 2023: the Ukrainian view. (2023). Available at: <https://www.ukrinform.ua/rubric-ato/3566162-ak-zabezpeciti-voennu-kampaniu-u-2023-roci-ukrainskij-poglad.html>.
- 8. Shchypanskyi, P. V., Tymoshenko, R. I., Salkutsan, S. M.** (2017). Formation of a new paradigm of military education. *Nauka i oborona*, 2, 37–42.
- 9. Mariusz, S. Tyshchenko, M., Tony, R., Gareis, S., Gawliczek, P., Petek, B.** (2021). Defence Education Enhancement Programme (DEEP) Strategy for Distance Learning Support. Available at: https://www.nato.int/nato_static_fl2014/assets/pdf/2021/12/pdf/211209-deep-strategy-dist-learn.pdf.
- 10. Allen, I. E., Seaman, J.** (2016). Online Report Card: Tracking Online Education in the United States (ERIC No. ED572777). Babson Park, MA: Babson Survey Research Group. Available at: eric.ed.gov/?id=ED572777.
- 11. Association** for Talent Development Research. (2017). Next Generation E-Learning: Skills and Strategies (Product Code 191706). Alexandria, VA: ATD Research.
- 12. Artamoshchenko, V. S.** (2021). Development of the military education system. Development of a program document of the Cabinet of Ministers of Ukraine. *Nauka i oborona*, 4, 26–33.
- 13. Farid, S., Ahmad, R., & Alam, M.** (2015). A hierarchical model for e-learning implementation challenges using AHP. *Malaysian Journal of Computer Science*, 28(3), 166–188.
- 14. Roscoe, R. D., Branaghan, R., Cooke, N. J., & Craig, S. D.** (2017). Human systems engineering and educational technology. In R. D. Roscoe, S. D. Craig & I. Douglas (Eds.), *End-user considerations in educational technology design*. New York: IGI Global, 1–34.
- 15. Sohoni, S., Craig, S. D. & Vedula, K.** (2017). A blueprint for an ecosystem for supporting high quality education for engineering. *Journal of Engineering Education Transformation*, 30(4), 58–66.
- 16. Cooke, N. J. & Hilton, M. L.** (2015). Enhancing the effectiveness of team science. Washington, D.C.: National Academies Press.
- 17. Sae Schatz and her colleagues** have dubbed this integrated approach «Industrial Knowledge Design» and outline it in an article, see: Schatz, S., Berking, P., & Raybourn, E. M. (2017). *Industrial knowledge design: an approach for designing information artefacts*. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, 18(6), 501–518.
- 18. Johnson-Freese, J.** (2012) The reform of military education: Twenty-five years later (ADA570086). Philadelphia, PA: Foreign Policy Research Inst. apps.dtic.mil/docs/citations/ADA570086.
- 19. Serovajsky, S.** (2021). *Mathematical modeling*. Chapman and Hall/CRC; 1st edition, 442.
- 20. Walcutt, J. J. & Schatz, S.** (Eds.). (2019). *Modernizing Learning: Building the Future Learning Ecosystem*. Washington, DC: Government Publishing Office. License: Creative Commons Attribution CC BY 4.0 IGO, 405.
- 21. Montemayor, C.** (2017). The Problem of the Base and the Nature of Information. *Journal of Consciousness Studies*, 24, 91–102.
- 22. Ball, B., Nagle, F., Votsis, I.** (2020). Editorial: Computationalism Meets the Philosophy of Information. *Review of Philosophy and Psychology*, 507-515.
- 23. Syrotenko, A. M.** (2020). Theory and practice of distance learning in the Armed Forces of Ukraine. Part 1: Basics of using distance learning technologies in the educational process of higher military educational institutions and military education units of higher education institutions : educational method manual, 220.
- 24. Bellman, R.** (2017). *Classic Papers in Control Theory*. Dover Publications, 208.
- 25. Rosen, K.** *Discrete Mathematics and Its Applications – Mc Graw Hill Education (UK)*; 8th edition. – 2000. – 2018 p.
- 26. Salkutsan, S. M.** (2017). Organization and use of distance learning technologies in the Armed Forces of Ukraine. Educational method manual, 124.