

Г. В. ВЕСЕЛОВСЬКА

кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри комп'ютерних систем та мереж
Херсонський національний технічний університет
ORCID: 0000-0003-2896-0460

М. Ф. ПЛАХОТНЮК

аспірант кафедри комп'ютерних систем та мереж
Херсонський національний технічний університет
ORCID: 0009-0001-0790-3849

КОНЦЕПТУАЛЬНА МОДЕЛЬ УДОСКОНАЛЮВАННЯ МЕТОДІВ УПРАВЛІННЯ СКЛАДНИМИ СИСТЕМАМИ КОМП'ЮТЕРНО-ОРІЄНТОВАНОГО НАВЧАННЯ З ІНТЕНСИВНИМ ЗАСТОСУВАННЯМ МЕРЕЖНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ НА ЗАСАДАХ ЕЛЕМЕНТІВ МЕТОДОЛОГІЇ СИСТЕМ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

Розглянуто актуальні питання вдосконалення систем комп'ютерно-орієнтованого навчання, що відіграють важливу роль у підвищенні ефективності сучасних освітніх процесів. Дослідження було спрямоване на вирішення актуального завдання розробки такої концептуальної моделі вдосконалення методів управління складними системами комп'ютерно-орієнтованого навчання з інтенсивним застосуванням мережних інформаційних технологій, що створить підґрунтя для посилення стабільності функціонування зазначених систем в умовах підвищеної ймовірності виникнення дестабілізуючих чинників і ситуацій. Спираючись на результати проведеного аналізу, за найдоцільніший підхід до розробки концептуальної моделі вдосконалення методів управління досліджуваними системами, було вибрано застосування елементів методології систем штучного інтелекту. Мети дослідження було досягнуто шляхом введення до моделі управління системою комп'ютерно-орієнтованого навчання спеціалізованих додаткових компонент, формалізованих у виді низки взаємопов'язаних інтелектуальних сценаріїв із інтерактивними можливостями. Зазначені сценарії було спрямовано на адаптивну експертну підтримку прийняття оптимізованих інтегрованих рішень стосовно вибору режимів роботи, видів і протоколів діяльності, інформаційного забезпечення системи комп'ютерно-орієнтованого навчання та її користувачів залежно від типів наявних або прогнозованих збоїв і відмов системи. Було введено до розгляду шість типів спеціалізованих інтерактивних інтелектуальних сценаріїв підсистеми управління навчальними процесами складної мережної комп'ютерно-орієнтованої системи дистанційного навчання, визначено їхні функції та ієрархічну підпорядкованість. Указані сценарії надають можливість гнучко формувати оптимальні моделі стабілізації функціонування системи та діяльності її користувачів у позаштатних ситуаціях, дотримуючись критеріїв мінімізації інформаційної та часової надлишковості.

Ключові слова: комп'ютерно-орієнтоване навчання, складна система, метод управління, штучний інтелект, мережна інформаційна технологія, методологія, концептуальна модель.

G. V. VESELOVSKAYA

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Associate Professor at the Department of Computer Systems and Networks
Kherson National Technical University
ORCID: 0000-0003-2896-0460

M. F. PLAKHOTNIUK

Postgraduate Student at the Department of Computer Systems and Networks
Kherson National Technical University
ORCID: 0009-0001-0790-3849

THE CONCEPTUAL MODEL FOR IMPROVEMENT IN CONTROL METHODS OF COMPLEX SYSTEMS ON COMPUTER-ORIENTED TRAINING WITH INTENSIVE USE OF NETWORK INFORMATION TECHNOLOGIES ON THE BASIS OF ELEMENTS IN THE METHODOLOGY OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE SYSTEMS

The topical issues for improvement of systems on computer-oriented training that play an important role in increasing the efficiency of modern educational processes are considered. The research was aimed at solving the topical task of developing such a conceptual model for improvement in control methods of complex systems on computer-oriented

training with intensive use of network information technologies that create the basis for strengthening the stability in the functioning of these systems in conditions of increased probability for the emergence of destabilizing factors and situations. Based on the results of the conducted analysis, for the most appropriate approach to the development of a conceptual model for improvement in control methods of researching systems was choose using the elements in the methodology of artificial intelligence systems. The purpose of the research was achieved by entering in the control model for the system on computer-oriented training of the specialized additional components formalized in a number of interrelated intellectual scenarios with interactive possibilities. These scenarios were aimed at adaptive expert support for making optimized integrated decisions regarding the choice of work modes, types and protocols of activity, information support for the system on computer-oriented training and its users according to the types of available and predictive malfunction of the system. Six types of specialized interactive intellectual scenarios for subsystem on control of education processes in complex network computer-oriented system of distance training were entered for consideration, their functions and hierarchical subordination was determined. The specified scenarios make it possible to flexibly form optimal models for stabilization in the functioning of the system and activity of its users in freelance situations by following the criteria for minimizing information and time excess.

Key words: computer-oriented training, complex system, control method, artificial intelligence, network information technology, methodology, conceptual model.

Постановка проблеми

У плінні еволюції теоретичних і практичних підходів до вдосконалювання методів і засобів навчання, одне з чільних місць міцно посідає технологія комп'ютерно-орієнтованого навчання, що має великий потенціал і постійно надалі розвивається на підґрунті досягнень науково-технічного прогресу та відповідного підвищення запитів економіки та суспільства до підготовки фахівців. При цьому, надзвичайно важливу роль відіграє досягнення максимально можливої ефективності управління системами комп'ютерно-орієнтованого навчання, що теж постійно вдосконалюється, спираючись на новітні досягнення теорії управління.

Сучасні системи комп'ютерно-орієнтованого навчання, що мають тісно інтегруватися з прогресивними мережними інформаційними технологіями, мають низку властивостей складних систем, що містять численні елементи та зв'язки, наділені суттєвою динамічністю, потребують обробки значних обсягів недостатньо повної та точної інформації тощо. Відповідно, актуальним є застосування до систем комп'ютерно-орієнтованого навчання методів і засобів теорії управління складними системами. В першу чергу, мова йде про використання потужного потенціалу тих методів і засобів, що базуються на елементах методології систем штучного інтелекту.

Незважаючи на численні дослідження науковців і практиків, у зазначеній сфері залишається багато недостатньо опрацьованих питань. Зокрема, потребують ретельного дослідження та оптимального вирішення проблеми ефективного управління складними мережними системами комп'ютерно-орієнтованого навчання в умовах виникнення, в ході функціонування цих систем, позаштатних ситуацій, що здійснюють дестабілізуючий вплив.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

За результатами проведеного аналізу, можна зробити висновок стосовно існування двох альтернативних чинників, що свідчать про наявність як потужних позитивних впливів, так і суттєвих проблемних аспектів, котрі продукуються системами комп'ютерно-орієнтованого навчання, здійснюваного на засадах інтенсивного застосування сучасних мережних інформаційних технологій.

Із однієї сторони, наявність великої чисельності та різноманіття ефективних форм і технологій навчання в зазначених системах, а також їхня доступність для практичної реалізації та достатня нескладність в опануванні, є сталим потужним підґрунтям і неперервним каталізатором подальшого вдосконалювання освітніх процесів [1–11]. Із іншого боку, високий рівень складності систем комп'ютерно-орієнтованого навчання, що характеризуються інтенсивним застосуванням мережних інформаційних технологій, обумовлює необхідність вирішення низки проблем [12–15]. Зокрема, мова йде про актуальні проблеми вдосконалювання управління цими системами, пов'язані з необхідністю оптимізації інформаційних обсягів і часових витрат в умовах високої ймовірності впливів на системи дестабілізуючих чинників.

На даний час, означені проблеми ще недостатньо вивчені та потребують системних досліджень і розробок. При цьому, в якості визначального формального апарату моделювання найдоцільніше застосовувати елементи методології систем штучного інтелекту, що дозволяє ефективно обробляти переважну більшість аспектів побудови та функціонування систем, пов'язаних з їхньою складністю.

Формулювання мети дослідження

Мета дослідження полягає у формуванні такої концептуальної моделі вдосконалювання методів управління складними системами комп'ютерно-орієнтованого навчання з інтенсивним застосуванням мережних інформаційних технологій, що створить підґрунтя для посилення стабільності функціонування зазначених систем в умовах підвищеної ймовірності виникнення дестабілізуючих чинників і ситуацій, застосовуючи, при цьому, за основу елементи методології систем штучного інтелекту.

Викладення основного матеріалу дослідження

Особливості еволюції, сучасний стан, перспективні тенденції та вимоги щодо подальшого розвитку науково-технічного прогресу обумовили високу актуальність застосування комп'ютерно-орієнтованого навчання в процесі підготування та здійснення практично всіх процесів освітньої діяльності, включаючи самоосвіту. Зокрема, дуже важливе місце посів мережний формат втілення зазначеного підходу до навчання. В підсумку, технології комп'ютерно-орієнтованого навчання набули масового поширення та активного застосування в закладах освіти, на підприємствах і в організаціях, серед численних і різноманітних верств корпоративних і персональних користувачів комп'ютерних і телекомунікаційних систем і мереж тощо. Більше того, технології комп'ютерно-орієнтованого навчання стали потужним підґрунтям для отримання плідних результатів такої діяльності: повномасштабної цифровізації сфери освіти; високоефективного втілення стратегій навчання протягом усього життя; всебічного самовдосконалювання кожної особистості, зокрема, в царині так званих м'яких навичок; зростання цінності людського капіталу; зміцнення ринку праці та повноцінного задоволення його потреб у фахівцях високого рівня кваліфікації. В цілому, все це сприяло як вдосконалюванню соціально-економічних процесів, так і виходу підприємництва, бізнесу та економічної діяльності в цілому на якісно та кількісно новий рівень.

Концепції, засоби та методи комп'ютерно-орієнтованого підходу до здійснення навчання знайшли своє успішне втілення в підтримці забезпечення належної підготовки, перепідготовки та підвищення кваліфікації всіх категорій фахівців, на всіх рівнях освіти та в усіх форматах викладання та вивчання. При цьому, комп'ютерно-орієнтованим навчанням було охоплено фактично всі напрямки освітньої діяльності. Охарактеризуємо надалі визначальні напрямки застосування комп'ютерно-орієнтованого навчання в зазначеній діяльності.

Серед провідних напрямків освітньої діяльності, де стало надзвичайно плідним втілення комп'ютерно-орієнтованого навчання, слід особливо відзначити комп'ютеризацію тих систем і процесів викладання та вивчання, що реалізуються безпосередньо в закладах освіти або на базі інших об'єктів діяльності, офіційно сертифікованих для надання освітніх послуг (спеціалізованих відділів підприємств, організацій та установ; центрів; платформ; спілок; курсів; гуртків тощо). Зокрема, як показала практика, комп'ютерно-орієнтованим навчанням було ефективно підтримано ті освітні процеси, що здійснюються в процесі опанування навчальних курсів, написання курсових робіт і проєктів, виконання розрахунково-графічних і контрольних робіт, проходження навчальних, виробничих і передатестаційних практик, виконання випускних кваліфікаційних робіт і т. і.

Ще одним ключовим напрямком освітньої діяльності, що був ефективно підтриманий за допомогою інструментарію комп'ютерно-орієнтованого навчання, стала попередньо планована фахова підготовка, підвищення кваліфікації та перепідготовка працівників підприємств та організацій, здійснювана в таких основних організаційних форматах: безпосередньо на робочому місці; з відривом від робочого місця та виробничих процесів, але в межах того підприємства (організації), що є роботодавцем; із відривом від виробництва тощо.

Третій напрямок інтенсивного застосування комп'ютерно-орієнтованого навчання в освітній діяльності охопив процеси здобування професійної самоосвіти, що здійснюється без відриву від виробництва та розв'язування професійних задач у разі виникнення відповідної поточної об'єктивної виробничої необхідності. Як правило, мова йде про потребу в отриманні додаткових фахових і загальних компетентностей, що реалізується за власною ініціативою працівника чи певної групи (колективу) працівників, з метою досягнення ефективнішого вирішення поточних або запланованих на перспективу завдань основної виробничої діяльності на підприємствах, в організаціях, установах, агенціях, офісах тощо. Найчастіше, зазначений напрямок комп'ютерно-орієнтованої освітньої діяльності здійснюється на засадах так званої неформальної чи інформальної освіти.

Четвертий напрямок упровадження технологій комп'ютерно-орієнтованого навчання до освітніх процесів передбачає різноманітні формати самонавчання окремих користувачів або спільнот користувачів, поєднаних певними освітніми потребами, в домашніх умовах або в середовищах різноманітних об'єднань за інтересами, на засадах використання електронних інформаційних джерел.

На даний час, технології здійснення комп'ютерно-орієнтованого навчання набули найрізноманітніших форм і проявів, що активно використовуються на практиці. Серед них, найбільшої популярності набули методи та засоби технологій дистанційного навчання, електронного навчання (e-Learning), мобільного навчання (m-Learning) тощо. Прогресивним стало застосування в комп'ютерно-орієнтованому навчанні технологій хмарних сервісів, соціальних мереж, месенджерів, освітніх платформ, штучного інтелекту, Internet of Things (IoT), Bring Your Own Device (BYOD) і т. і.

Слід відзначити, що технології комп'ютерно-орієнтованого навчання знайшли плідне застосування фактично на всіх етапах здійснення освітньої діяльності. Вони охопили свою підтримку вирішення ключових завдань таких освітніх процесів, як: а) управління освітньою діяльністю, з наданням можливості здійснення підтримки різноманітних прямих і зворотних зв'язків; б) підготування навчального процесу (зокрема, з можливістю використання як технологічних засобів універсального призначення, так і спеціалізованих автоматизованих робочих місць); в) викладання навчальних дисциплін у режимі аудиторної роботи з можливістю застосування підсиленої візуальної та комунікаційної підтримки (в тому числі, з використанням наочного віртуального мультимедійного,

гіпермедійного, інтерактивного, статичного та динамічного, двовимірного та тривимірного контенту); г) вивчення електронних навчальних курсів здобувачами освіти на засадах самостійної та індивідуальної роботи (зокрема, під керівництвом викладача), з наданням можливості отримання безпосереднього та цілодобового дистанційного доступу до попередньо сформованих електронних баз, банків і сховищ ілюстрованих навчально-методичних матеріалів; д) керівництво практичною підготовкою, а також контрольними, розрахунково-графічними, курсовими та випускними атестаційними роботами здобувачів освіти на основі запровадження відповідних електронних навчальних курсів, із можливостями дистанційного доступу до них; е) формування адаптивних, індивідуалізованих і персоналізованих, траєкторій навчання здобувачів освіти, з можливостями гнучкого динамічного налаштування в режимі реального часу, зокрема, на засадах використання інтелектуальних сценаріїв; ж) опановування курсів у сфері неформальної та інформальної освіти на підґрунтях дистанційного комп'ютерно-орієнтованого навчання (зокрема, з використанням можливостей спеціалізованих дистанційних освітніх платформ, порталів та інших ресурсів Web із безкоштовним режимом доступу до певних курсів); з) здійснення самоосвіти за персональними програмами та часовими графіками навчання, ініційованими безпосередньо тими, хто навчається, на засадах дистанційного комп'ютерно-орієнтованого навчання.

Нинішній стан світових соціально-економічних процесів і прогнози їхнього подальшого розвитку обумовили особливу, посилену увагу до дистанційного формату здійснення процесів комп'ютерно-орієнтованого навчання. Основним підґрунтям зазначеної активної уваги стало те, що комп'ютерно-орієнтоване дистанційне навчання надає потужні та зручні додаткові (нерідко, єдині) можливості здобуття освіти й отримання кваліфікації за вибраним фахом численним верствам населення. А саме, мова йде про ті категорії здобувачів освіти, які характеризують певні специфічні обставини, вимоги й умови життєдіяльності, що об'єктивно не дозволяють їм брати участь у звичайному освітньому процесі. У першу чергу, до зазначених верств населення належать ті, що мають характеристики, представлені в таблиці 1.

Таблиця 1

Ключові категорії чинників, що формують потребу осіб у дистанційному комп'ютерно-орієнтованому навчанні

№	Найменування категорії чинників
1	Суттєва територіальна віддаленість від місць розташування потрібних закладів освіти
2	Специфічні умови довкілля, вимоги робочого середовища та виконуваних робочих завдань, риси особистості, фізіологічні особливості, стан здоров'я, сімейні та інші життєві обставини
3	Наявність особливих потреб щодо організації освітнього процесу та здійснення освітньої діяльності
4	Потреба в гнучких персоналізованих підходах до формування календарно-тематичних графіків і часових термінів проходження навчальних курсів

Найчастіше зазначену специфіку обумовлено такою низкою об'єктивних підстав, пов'язаних із конкретною особою, що прагне здобувати освіту, як: наявність вроджених або набутих протягом життя важких хронічних хвороб, травм, інвалідності; тимчасово ускладнений стан здоров'я, що спричинив суттєві фізичні обмеження, потребує тривалого часу для відновлення (видужання, реабілітації тощо), а також вимагає жорсткої територіальної прив'язки до місць лікування; вагітність, пологи та післяпологовий догляд за дитиною; необхідність частих, далеких і тривалих відряджень, дотримання ізольованого, вахтового та позмінного характеру роботи, а також урахування інших обставин, обумовлених специфічними посадовими обов'язками та фаховими вимогами до працюючих осіб певних професій і видів діяльності; потреба в дотриманні визначеного усталеного способу життя (наприклад, є дуже характерною для домогосподарок); тривале перебування в ситуації форс-мажорних обставин або їхніх наслідків тощо. Важливо також відзначити, що глобальне превалювання дистанційного навчання неодноразово мало місце під час епідемій та пандемій інфекційних хвороб, великомасштабних проявів стихійних лих тощо.

Одним із головних чинників досягнення високої ефективності комп'ютерно-орієнтованого дистанційного навчання, є його здійснення на засадах посиленого застосування прогресивних мережних інформаційних та інформаційно-комунікаційних технологій. Також важливо відзначити, що повномасштабна реалізація комп'ютерно-орієнтованого дистанційного навчання передбачає інтенсивне використання значних обсягів мультимедійного, гіпермедійного та інтерактивного контенту, як статичного, так і динамічного.

Виходячи з вище сказаного, якісне здійснення дистанційних освітніх процесів вимагає від систем підтримки комп'ютерно-орієнтованого дистанційного навчання (СПКОДН) таких властивостей, як: а) високий рівень сучасності, потужності, продуктивності, гнучкості та адаптивності забезпечення СПКОДН (апаратного, програмного, математичного, інформаційного, лінгвістичного, організаційного та т. і.); б) посилена надійність і безвідмовність СПКОДН, що гарантували би якнайвищі характеристики неперервності та стабільності функціонування цих систем, а також постійності доступу до їхнього ресурсного забезпечення; в) посилена захищеність об'єктів інформаційної комунікації, інформаційних процесів та інформаційних сховищ усередині СПКОДН, а також інформаційної

взаємодії цієї системи з довкіллям; г) максимально висока гнучкість та адаптивність СПКОДН щодо: індивідуальних і персональних особливостей (зокрема, фізіологічних і психологічних характеристик, поточного рівня підготовки у визначеній предметній області, інформаційних потреб і запитів тощо) учасників освітнього процесу, як цільових користувачів цих систем; специфіки організації та функціонування робочих місць зазначених користувачів; довкілля кожного з віртуальних середовищ цих користувачів усередині та назовні системи; д) концептуальне, математичне, логічне та інформаційне моделювання СПКОДН і методів управління ними, як складних систем, що характеризуються: великими масштабами; глибоким рівнем ієрархічності; численними складними елементами та зв'язками між ними; високою ймовірністю виникнення динамічних, зокрема, дестабілізуючих, змін; необхідністю опрацювання суттєвих обсягів неповної та неточної інформації; складним довкіллям тощо.

Важливо відзначити, що практично в будь-яких сучасних системах комп'ютерно-орієнтованого дистанційного навчання, наділених властивостями великих і складних розподілених мережних систем, із необхідністю підтримки неперервного цілодобового режиму функціонування, є об'єктивно можливим виникнення таких ситуацій, що тимчасово, в певних межах, порушують штатні режими функціонування цих систем. Зазначені ситуації можуть виникати як через планові ремонтно-профілактичні або ремонтно-відновлювальні роботи, так і внаслідок появи різноманітних неполадок, обумовлених обставинами форс-мажорного характеру. Причому, зазначені неполадки можуть призводити не тільки до короточасних і не дуже суттєвих локальних збоїв, а й до глобальних відмов систем, що матимуть значну тривалість і спричинятимуть відчутні негативні впливи. Одним із ключових чинників, спроможних спричинити виникнення таких обставин, є непередбачувані пошкодження вузлів і каналів телекомунікаційних мереж зв'язку внаслідок впливу техногенних явищ, природних стихій, людського фактору тощо. Ще одним значимим чинником є суттєвий рівень перевантаженості систем комп'ютерно-орієнтованого дистанційного навчання внаслідок стрімкого зростання чисельності їхніх користувачів у періоди епідемій, пандемій, негод, воєнних станів і т. і. Також важливо взяти до уваги ту обставину, що в умовах воєнних станів, через систематичний вплив дії їхніх руйнівних наслідків, імовірність виникнення в системах комп'ютерно-орієнтованого дистанційного навчання непередбачуваних збоїв і відмов стає особливо підвищеною. До того ж, суттєво зростає ймовірність підвищення їхньої масштабності, тривалості та потужності. Зазначені особливості також є характерними для багатьох ситуацій та процесів, пов'язаних із повоєнним відновленням.

У цілому, окреслені вище особливості тягнуть за собою виникнення та надзвичайну актуальність вирішення низки проблем гарантування стабільної та ефективної практичної реалізації систем комп'ютерно-орієнтованого дистанційного навчання, успішної технологічної та організаційно-методичної підтримки для якісного проведення дистанційних занять, забезпечення повноцінного доступу до системи навчання всіх учасників освітнього процесу тощо.

Відповідно, високої актуальності в системах комп'ютерно-орієнтованого дистанційного навчання, в застосуванні до низки ланок та етапів здійснення освітніх процесів, набули питання всебічного резервування, вирішення котрих дозволяє передбачати, залежно від ситуації, попередження або усунення наслідків виникнення в цих системах збоїв і відмов. Зокрема, мова йде про вирішення означених проблем на засадах введення до дистанційних освітніх процесів певних елементів змішаного навчання. Також високо актуальними є питання максимально можливого розвантаження часу аудиторних навчальних занять, що проводяться в перебігу здійснення дистанційного комп'ютерно-орієнтованого навчання, від тієї частки інформації, що характеризується низкою специфічних властивостей, представлених у таблиці 2.

Таблиця 2

Види інформації, котру доцільно вилучити з розгляду при проведенні аудиторних дистанційних комп'ютерно-орієнтованих навчальних занять

№	Характеристика особливостей виду інформації
1	Інформація, що може бути успішно опанована здобувачами освіти або повністю самостійно, або за умови відвідування ними консультацій з самостійної та індивідуальної роботи під керівництвом викладача, за наявності належної додаткової організаційної та інформаційної підтримки
2	Інформація, котра може бути замінена її еквівалентним поданням, що є більш стислим за обсягом і часом відтворення (зокрема, при представленні текстів, статичної та динамічної графіки, мультимедійного та гіпермедійного контенту, інтерактивної компоненти, віртуальної реальності, програмних кодів тощо)
3	Інформація, що не має гарантованої стабільності відображення (наприклад, коли подання інформації вимагає переходу за Internet посиланням, що може бути нестійким або нетривалим, або коли доступ до електронного інформаційного носія не є достатньо надійним тощо)

Для вирішення поставлених проблем, доцільним є введення до підсистеми управління навчальними процесами комп'ютерно-орієнтованої системи дистанційного навчання множини взаємопов'язаних спеціалізованих інтелектуальних сценаріїв із інтерактивними можливостями. Зазначені інтелектуальні сценарії мають бути спрямовані на підтримку здійснення низки ключових типів діяльності, що повинна виконуватись у випадку виникнення певних збоїв або відмов комп'ютерно-орієнтованої системи дистанційного навчання.

Введемо до розгляду таку концептуальну модель:

$$S_U = \{S_{FR}, S_P, S_{OT}, S_{IN}, S_C, S_W\}, \quad (1)$$

де S_U – множина спеціалізованих інтерактивних інтелектуальних сценаріїв підсистеми управління навчальними процесами комп'ютерно-орієнтованої системи дистанційного навчання; $S_{FR}, S_P, S_{OT}, S_{IN}, S_C, S_W$ – складові компоненти множини S , що є її підмножинами та будуть детально охарактеризовані далі за текстом.

Інтелектуальними сценаріями типу S_{FR} має бути підтримана діяльність із ухвалення інтегрованих рішень щодо режимів функціонування комп'ютерно-орієнтованої системи дистанційного навчання в залежності від типу наявних або передбачуваних збоїв і відмов, що набуватимуть такого характеру: а) спричинятимуться негативними зовнішніми впливами на систему; б) виникатимуть через нестабільність роботи модулів забезпечення системи; в) викликатимуться неполадками персональних робочих місць користувачів системи; г) ставатимуться внаслідок неполадок у модулях управління системою; д) здійснюватимуться через дестабілізуючий характер впливу людського чинника. При цьому, мова йде як про можливість вибору режимів функціонування комп'ютерно-орієнтованої системи дистанційного навчання з наявної бібліотеки компонентів, так і про підтримку процесів моделювання та генерації нових рекомендованих режимів функціонування цієї системи.

Інтелектуальними сценаріями типу S_P має бути підтримане формування режимів роботи, планів, рекомендацій та інструкцій щодо діяльності для учасників освітнього процесу в разі виникнення нештатних ситуацій. Для сценаріїв типу S_P , щонайменше, мають бути розглянуті нештатні ситуації таких видів: а) в модулі комунікації системи з її довкіллям; б) у забезпеченні та керуючій ланці системи; в) на персональних робочих місцях учасників освітнього процесу.

Інтелектуальними сценаріями типу S_{OT} має бути підтримане визначення оптимальних групових та індивідуальних траєкторій навчання, виходячи з часового критерію. Зокрема, в інтелектуальних сценаріях типу S_{OT} передбачається необхідність урахування щодо кожного тематичного аудиторного, самостійного чи індивідуального заняття часових меж для: а) виконання окремих ключових етапів і робіт, включаючи здійснення управління навчальним процесом; б) демонстрації мультимедійного контенту; в) представлення окремих складових компонентів мультимедійного контенту (тексту, статичної графіки, анімації, фото, аудіо, відео тощо); г) активації змісту гіпермедійного контенту; д) роботи з інтерактивним контентом; е) взаємодії з Internet технологіями Web сайтів і порталів, інтерактивного відео, віртуальної реальності, 3D світів, хмарних сервісів, Internet of things (IoT), розумного будинку тощо; ж) класичних та активних методів навчання, групової та індивідуальної діяльності, дистанційного та змішаного освітнього формату. При цьому, мова йде про врахування низки типів часових меж: граничних (максимально та мінімально можливих); попередньо планованих; оптимальних.

Інтелектуальними сценаріями типу S_C повинне підтримуватися виконання функцій формування гнучких динамічних часових, інформаційних і ресурсних технологічних карт навчальних занять та освітніх процесів у цілому. Зазначене обумовлене тим, що критично важливу роль у здійсненні комп'ютерно-орієнтованого дистанційного навчання відіграє побудова оптимальної часової, інформаційної та ресурсної структури навчального процесу та управління ним із оперативним врахуванням актуальних змін реального часу.

Інтелектуальними сценаріями типу S_{IN} має підтримуватися виконання таких функцій: моніторинг, аналіз, формування моделей і прогнозування об'єктивних і суб'єктивних інформаційних потреб і запитів учасників навчального процесу; створення інформаційних підґрунть для врахування зазначених потреб і запитів у ході генерації індивідуальних траєкторій навчання та технологічних карт освітніх процесів.

Інтелектуальними сценаріями типу S_W має підтримуватися ведення спеціалізованого Web-сайту, що підтримуватиме комунікацію комп'ютерно-орієнтованої системи дистанційного навчання з Internet-довкіллям.

Ієрархічну підпорядкованість типів спеціалізованих інтерактивних інтелектуальних сценаріїв підсистеми управління навчальними процесами комп'ютерно-орієнтованої системи дистанційного навчання представлено в таблиці 3.

Таблиця 3

Схема рівнів підпорядкованості для базових інтелектуальних сценаріїв множини S

Level 1	S_P		S_W
Level 2	S_{OT}	S_C	
Level 3	S_{IN}		
Level 4	S_{FR}		

Висновки

У статті розглянуто актуальні питання подальшого вдосконалювання систем, котрі відіграють одну з провідних ролей у забезпеченні високої ефективності сучасних освітніх процесів – систем комп'ютерно-орієнтованого навчання, що функціонують на засадах інтенсивного застосування мережних інформаційних технологій.

Дослідження було спрямоване на вирішення актуального завдання розробки такої концептуальної моделі вдосконалювання методів управління складними системами комп'ютерно-орієнтованого навчання з інтенсивним застосуванням мережних інформаційних технологій, що створить підґрунтя для посилення стабільності функціонування зазначених систем в умовах підвищеної ймовірності виникнення дестабілізуючих чинників і ситуацій. Методологічний інструментарій дослідження був заснований на застосуванні елементів теорії систем, управління складними системами, мережних інформаційних технологій, систем штучного інтелекту.

У перебігу здійснення дослідження, було проаналізовано специфіку, виконано систематизацію та окреслено проблемні питання за низкою тих аспектів предметної галузі сучасних систем комп'ютерно-орієнтованого навчання з інтенсивним застосуванням мережних інформаційних технологій, котрі потенційно можуть обумовити вдосконалювання управління зазначеними системами. При цьому, розгляд виконувався під кутом зору низки специфічних ознак, що є властивими вказаним вище системам, таких як: підвищений рівень загальної складності організації, функціонування та управління; посилена ймовірність впливу на системи й управління ними різноманітних дестабілізуючих чинників, виникнення непередбачуваних проблемних ситуацій технічного характеру, утворення інформаційної надлишковості при жорстких лімітах часових ресурсів. Спираючись на проміжні результати проведеного аналізу, за найдоцільніший підхід до розробки концептуальної моделі вдосконалювання методів управління досліджуваними системами, було вибрано застосування елементів методології систем штучного інтелекту.

За підсумками виконаного дослідження, було запропоновано концептуальну модель удосконалювання методів управління складними системами комп'ютерно-орієнтованого навчання, базованими на інтенсивному застосуванні мережних інформаційних технологій, котра ґрунтується на використанні елементів методології систем штучного інтелекту. Зазначена концептуальна модель надає можливість сформулювати підґрунтя для вирішення проблеми підвищення стабільності роботи складних систем комп'ютерно-орієнтованого навчання з інтенсивним застосуванням мережних інформаційних технологій за умов посиленої ймовірності впливу дестабілізуючих обставин. Указаний вище результат досягається шляхом введення до моделі управління системою комп'ютерно-орієнтованого навчання низки додаткових компонентів, формалізованих у виді взаємопов'язаних спеціалізованих інтелектуальних сценаріїв із інтерактивними можливостями, що спрямовані на адаптивну експертну підтримку ухвалення оптимізованих інтегрованих рішень стосовно вибору режимів роботи, видів і протоколів діяльності, інформаційного забезпечення системи та її користувачів залежно від типів наявних або передбачуваних збоїв і відмов системи. Було введено до розгляду шість типів спеціалізованих інтерактивних інтелектуальних сценаріїв підсистеми управління навчальними процесами мережної комп'ютерно-орієнтованої системи дистанційного навчання, визначено їхні функції та ієрархічну підпорядкованість. Зазначені сценарії надають можливість гнучко формувати оптимальні моделі стабілізації функціонування системи та діяльності її користувачів у нештатних ситуаціях, дотримуючись критеріїв мінімізації інформаційної та часової надлишковості.

Список використаної літератури

1. Бохонько Є. О., Шелевер О. В., Дерка К. О. Цифрова трансформація Освіти 4.0: викладання та навчання в епоху цифрових технологій. *Інноваційна педагогіка*. № 60. 2023. С. 219–222. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/innped2023_60_47
2. Higher education in the digital age. Moving academia online / Eds.: A. Zorn, J. Haywood, J. Glachant. Cheltenham, UK, Northampton, MA, USA: Edward Edgar Elgar Publishing. 2018. 170 p.
3. Willcox K. E., Sarma S., Lippel P. H. Online education: a catalyst for higher education reforms. Massachusetts Institute of Technology online education policy initiative Final Report. Cambridge: MIT. 2016. 56 p.
4. Toktogonov S. A., Veselovskaya G. V. etc. The analysis in development prospects for computer-oriented information technologies of the distance learning. *Молодь у світі сучасних технологій / За тематикою: «Сучасні інформаційні технології: стан та перспективи розвитку»* (Україна, м. Херсон, 4 червня 2021 р.): Матеріали X Міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених; збірник наукових праць. Херсон : ФОП «Вишемирський В. С.», 2021. 168 с. С. 78–80.
5. Веселовська Г. В. Удосконалення процесів викладання в сфері вищої освіти на засадах підвищення мотивації навчання шляхом використання мережних інформаційних технологій та спеціальних систем завдань. *Професійний розвиток, удосконалення загальних і професійних компетентностей викладачів вищої школи*: Матеріали Всеукраїнського науково-педагогічного підвищення кваліфікації (8 липня – 18 серпня 2024 року). Львів – Торунь : Liha-Pres, 2024. 164 с. С. 17–21. ISBN 978-966-397-416-3.
6. Веселовська Г. В. Роль інформаційних систем і технологій комп'ютерно-орієнтованого навчання як каталізатору зростання якості регіонального людського капіталу в повоєнних умовах. *Синергія науки і бізнесу у повоєнному відновленні Херсонщини / Секція 2 – Роль інформаційних систем і технологій у повоєнному відновленні регіональної економіки*: Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (Україна, Херсонський наці-

ональний технічний університет, 26-28 квітня 2023 р.): у 2-х т. Т. 1 / за ред. О. В. Чепелюк. Одеса: Олді+, 2023. 456 с. С. 204–207. ISBN 978-966-289-730-2; ISBN 978-966-289-731-9 (Т. 1).

7. Винницька Н., Жигайло О. Особливості застосування мультимедіа-технологій в сучасній системі освіти. *Молодь і ринок*. № 2. 2023. С. 109–112. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Mir_2023_2_22

8. Siwocha A., Veselovskaya G. V. The analysis in the features of application for computer multimedia information technologies of learning. *Молодь у світі сучасних технологій / За тематикою: «Сучасні інформаційні технології: стан та перспективи розвитку»* (Україна, м. Херсон, 4 червня 2021 р.): Матеріали X Міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених; збірник наукових праць. Херсон : ФОП «Вишемирський В. С.», 2021. 168 с. С. 71–72.

9. Добровіцька О. О., Лучко Ю. І. Застосування хмарних технологій в освітньому процесі закладів вищої освіти. *Education and pedagogical sciences*. № 2. 2023. С. 62–70. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/OsDon_2023_2_8

10. Галицький О. В., Микитенко П. В., Малюх Є. В. Організація дистанційного та змішаного навчання в закладах вищої освіти засобами хмарних сервісів. *Наукові записки Центральноукраїнського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка. Педагогічні науки*. № 208. 2023. С. 106–111. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nz_p_2023_208_19_7

11. Веселовська Г. В. Застосування систем штучного інтелекту до підвищення продуктивності розроблення викладачами курсів комп'ютеризованого дистанційного навчання на засадах сучасних мережних інформаційних технологій. *Технології доброчесного використання штучного інтелекту у сфері освіти та науки*: Матеріали Всеукраїнського науково-педагогічного підвищення кваліфікації (Україна, м. Полтава, 31 липня – 10 вересня 2023 року). Одеса: Видавничий дім «Гельветика», 2023. 276 с. С. 47–50. ISBN 978-617-554-171-5.

12. Khodakov V. Ye., Sokolov A. Ye., Veselovskaya G. V. Trainer and trainees modeling based on complex information approach to improvement of training information technologies and systems. *Radio Electronics, Computer Science, Control*. № 2(49). 2019. P. 119–130. DOI: 10.15588/1607-3274-2019-2-13

13. Kunaev V. A., Veselovskaya G. V. etc. The research in the problematics of the current state for computer-oriented information technologies of the distance learning. *Молодь у світі сучасних технологій / За тематикою: «Сучасні інформаційні технології: стан та перспективи розвитку»* (Україна, м. Херсон, 4 червня 2021 р.): Матеріали X Міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених; збірник наукових праць. Херсон : ФОП «Вишемирський В. С.», 2021. 168 с. С. 42–44.

14. Веселовська Г. В. Дослідження доцільних напрямків і проблемних аспектів застосування технологій і систем штучного інтелекту в сфері вищої освіти. *Штучний інтелект у вищій освіті: ризики та перспективи інтеграції*: Матеріали Всеукраїнського науково-педагогічного підвищення кваліфікації (1 липня – 11 серпня 2024 року). Львів – Торунь : Liha-Pres, 2024. 328 с. С. 43–47. ISBN 978-966-397-412-5.

15. Веселовська Г. В. Підходи до підвищення ефективності підготовки ІТ-фахівців за умов воєнного стану та повоєнного відновлення регіональної економіки. *Синергія науки і бізнесу у повоєнному відновленні регіонів України*: Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції (ХНТУ, 24–26 квітня 2024 року): у 3-х т. / за ред. О. В. Чепелюк. Одеса: Олді+, 2024. Т. 2. 420 с. С. 128–130.

References

1. Bokhonko Ye. O., Shelever O. V., Dereka K. O. (2023) Tsyfrova transformatsia Osvity 4.0: vykladannia ta navchannia v epokhu tsyfrovykh tekhnolohii [The digital transformation of the Education 4.0: the teaching and the learning in the age of digital technologies]. *Innovatsiina pedahohika*. no. 60. S. 219–222. [in Ukrainian]. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/innped2023_60_47

2. Zorn A., Haywood J., Glachant J. (Eds.) (2018) Higher education in the digital age. Moving academia online. Cheltenham, UK, Northampton, MA, USA: Edward Edgar Elgar Publishing. 170 p.

3. Willcox K. E., Sarma S., & Lippel P. H. (2016) Online education: a catalyst for higher education reforms. Massachusetts Institute of Technology online education policy initiative Final Report. Cambridge: MIT. 56 p.

4. Toktogonov S. A., Veselovskaya G. V. etc. (2021) The analysis in development prospects for computer-oriented information technologies of the distance learning. *Molod u sviti suchasnykh tekhnolohii / Za tematykoju: "Suchasni informatsiini tekhnolohii: stan ta perspektyvy rozvytku"* (Ukraine, m. Kherson, 4 chervnia 2021 r.): Materialy X Mizhnarodnoi naukovopraktychnoi konferentsii studentiv, aspirantiv ta molodykh vchenykh; zbirnyk naukovykh prats. Kherson : FOP "Vyshemyrskyi V. S.". 168 s. S. 78–80.

5. Veselovska H. V. (2024) Udoskonalennia protsesiv vykladannia v sferi vyschoi osvity na zasadakh pidvyschennia motyvatsii navchannia shliakom vykorystannia mrezhnykh informatsiinykh tekhnolohii ta spetsialnykh system zavdan [The improvement of teaching processes in the field of higher education on the basis of increasing learning motivation through the use of network information technologies and special systems of tasks]. *Profesiyni rozvytok, udoskonalennia zahalnykh i profesiinykh kompetentnostei vykladachiv vyschoi shkoly* (8 lypnia – 18 serpnia 2024 roku): Materialy

Vseukrainskoho naukovo-pedahohichnoho pidvyschennia kvalifikatsii. Lviv – Torun : Liha-Pres, 2024. 164 s. S. 17–21. [in Ukrainian]. ISBN 978-966-397-416-3.

6. Veselovska H. V. (2023) Rol informatsiinykh system i tekhnologii kompiuterno-oriientovanoho navchannia yak katalizatoru zrostantia yakosti rehionalnoho liudskoho kapitalu v poviennykh umovakh [The role of information systems and technologies for computerno-oriented learning as a catalyst for increase on quality of the regional human capital in post-war conditions]. *Synerhia nauky i biznesu u poviennomu vidnovlenni Khersonschyny / Sektsia 2 – Rol informatsiinykh system i tekhnologii u poviennomu vidnovlenni rehionalnoi ekonomiky*: Materialy Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii (Ukraina, Khersonskiy natsionalnyi tekhnichnyi universytet, 26-28 kvitnia 2023 r.): u 2-kh t. T. 1 / za red. O. V. Chepeliuk. Odesa: Oldi+, 2023. 456 s. S. 204-207. ISBN 978-966-289-730-2; ISBN 978-966-289-731-9 (T. 1).

7. Vynnytska N., Zhyhailo O. (2023) Osoblyvosti zastosuvannia multymedia-tekhnolohii v suchasni systemi osvity [Peculiarities of using multimedia technologies in the modern education system]. *Molod i rynek*. no. 2. pp. 109–112. [in Ukrainian]. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Mir_2023_2_22

8. Siwocha A., Veselovskaya G. V. (2021) The analysis in the features of application for computer multimedia information technologies of learning. *Molod u sviti suchasnykh tekhnolohii / Za tematykoiu: "Suchasni informatsiini tekhnolohii: stan ta perspektyvy rozvytku"* (Ukraina, m. Kherson, 4 chervnia 2021 r.): Materialy X Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii studentiv, aspirantiv ta molodykh vchenykh; zbirnyk naukovykh prats. Kherson : FOP "Vyshemyrskyi V. S.". 168 s. S. 71–72.

9. Dobrovitska O. O., Luchko Yu. I. (2023) Zastosuvannia khmarnykh tekhnolohii v osvitnomu protsesi zakladiv vyzschoi osvity [The application of cloud technologies in the educational process of higher education institutions]. *Education and pedagogical sciences*. no. 2. pp. 62–70. [in Ukrainian]. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/OsDon_2023_2_8

10. Halytskyi O. V., Mykytenko P. V., Maliukh Ye. V. (2023) Orhanizatsia dystantsiinokho ta zmishanoho navchannia v zakladakh vyzschoi osvity zasobamy khmarnykh servisiv [The establishment of the distance and mixed learning in institutions of the higher education by means of cloud services]. *Naukovi zapysky Tsentralnoukrainskoho derzhavnoho pedahohichnoho universytetu imeni Volodymyra Vynnychenka. Pedahohichni nauky*. no. 208. pp. 106–111. [in Ukrainian]. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nz_p_2023_208_19_7

11. Veselovska H. V. (2023) Zastosuvannia system shtuchnoho intelektu do pidvyschennia produktyvnosti rozroblennia vykladachamy kursiv komputeryzovanoho dystantsiinoho navchannia na zasadah suchasnykh merezhnykh informatsiinykh tekhnolohii [The application of artificial intelligence systems to improving productivity in development of courses for computerized distance learning by teachers on the basis of modern network information technologies]. *Tekhnolohii dobrochesnogo vykorystannia shtuchnoho intelektu u cpheri osvity ta nauky*: Materialy Vseukrainskoho naukovo-htdahohichnoho pidvyschennia kvalifikatsii (Ukraina, m. Poltava, 31 lypnia – 10 veresnia 2023 roku). Odesa : Vydavnychiy dim "Helvetyka", 2023. 276 c. S. 47–50. [in Ukrainian]. ISBN 978-617-554-171-5.

12. Khodakov V. Ye., Sokolov A. Ye., & Veselovskaya G. V. (2019) Trainer and trainees modeling based on complex information approach to improvement of training information technologies and systems. *Radio Electronics, Computer Science, Control*, no. 2(49), pp. 119–130. DOI: 10.15588/1607-3274-2019-2-13

13. Kunaev V. A., Veselovskaya G. V. etc. (2021) The research in the problematics of the current state for computer-oriented information technologies of the distance learning. *Molod u sviti suchasnykh tekhnolohii / Za tematykoiu: "Suchasni informatsiini tekhnolohii: stan ta perspektyvy rozvytku"* (Ukraina, m. Kherson, 4 chervnia 2021 r.): Materialy X Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii studentiv, aspirantiv ta molodykh vchenykh; zbirnyk naukovykh prats. Kherson: FOP "Vyshemyrskyi V. S.". 168 s. S. 42–44.

14. Veselovska H. V. (2024) Doslidzhennia dotsilnykh napriamkiv i problemnykh aspektiv zastosuvannia tekhnologii i system shtuchnoho intelektu v sphere vyschoi osvity [The research in appropriate directions and problematic aspects on the use of technologies and systems of artificial intelligence in the field of higher education]. *Shtuchnyi intelekt u vyschii osviti: ryzyky ta perspektyvy intehtatsii*: Materialy Vseukrainskoho naukovo-htdahohichnoho pidvyschennia kvalifikatsii (1 lypnia – 11 serpnia 2024 roku). Lviv – Torun: Liha-Pres, 2024. 328 s. S. 43–47. [in Ukrainian]. ISBN 978-966-397-412-5

15. Veselovska H. V. (2024) Pidkhody do pidvyschennia ephektivnosti pidhotovky IT-phakhivtsiv za umov voennoho stanu ta povoennoho vidnovlennia rehionalnoi ekonomiky [The approaches to increase the efficiency of IT-specialists training under conditions of the martial law and post-war reconstruction of the regional economics]. *Synerhia nauky i biznesu u poviennomu vidnovlenni rehioniv Ukrainy*: Materialy II Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii (KhNTU, 24–26 kvitnia 2024 roku): u 3-kh t. / za red. O. V. Chepeliuk. Odesa : Oldi+, 2024. T. 2. 420 s. S. 128–130. [in Ukrainian].