



МОДЕЛІ ПРЕДМЕТНОЇ ГАЛУЗІ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ ГРАФІЧНИХ І МУЛЬТИМЕДІЙНИХ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ НАВЧАННЯ

УДК 004.3(075)

ВЕСЕЛОВСЬКА Галина Вікторівна

кандидат технічних наук, доцент кафедри інформаційних технологій, доцент, кафедра інформаційних технологій факультету кібернетики та системної інженерії Херсонського національного технічного університету

Наукові інтереси: технології підвищення ефективності комп'ютерних систем і мереж.

E-mail: galina.veselovskaya@gmail.com

ВСТУП

Аналіз міжнародних проєктів і нормативних документів з сучасних аспектів удосконалювання освітніх процесів, законодавчої бази з питань розвитку системи освіти в Україні, результатів фундаментальних теоретичних досліджень і прогресивного світового та вітчизняного досвіду в указаній предметній галузі, а також численних результатів практичних напрацювань в умовах повсякденного навчального процесу тощо, дозволяє казати про те, що одну з провідних ролей у навчальних закладах повинне відігравати (але далеко не завжди та не повсюдно відіграє на практиці в повній мірі) застосування сучасних інформаційно-комунікаційних технологій і технічних засобів навчання (ТЗН) на їхній основі, серед яких чільне місце мають посідати графічні та мультимедійні технічні засоби навчання (ГМТЗН), які надають потужні функціональні можливості для посилення візуальної складової інформації навчального призначення та потенційно мають дуже високу результативність [1-4]. Сучасні ТЗН представляють достатньо самостійний і дуже потужний за можливостями напрямок удосконалювання інформаційних систем, технологій і процесів у галузі освіти на всіх рівнях навчання, що має в якості підґрунтя фундаментальну теоретичну базу та незліченні практичні напрацювання, сформовані й апробовані протягом тривалої еволюції розвитку [5-7]. Разом із тим, актуальні на

нинішній час ГМТЗН являють собою доволі складні та ще недостатньо вивчені в теорії та на практиці системи з високою динамікою можливостей їхнього розвитку, підвищення ефективності розробки та практичного застосування яких потребує їхнього подальшого дослідження та моделювання [8-12]. Зокрема, недостатньо дослідженими й опрацьованими на даний час виявилися загальносистемні аспекти запровадження комп'ютерних систем ГМТЗН [13-15].

АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

Теоретичним дослідженням еволюції розвитку, сучасного стану та тенденцій удосконалювання ТЗН (в тому числі, ГМТЗН), а також практичним розробкам та апробаціям у даній предметній галузі присвятили свої роботи (дисертації, монографії, посібники, статті, доповіді на конференціях, методичні розробки тощо) численні вітчизняні та зарубіжні автори (провідні науковці та педагоги-практики) [4-7]. Серед них слід окремо відзначити фундаментальні дослідження ряду авторів (Машбиць Є.І., Жалдак О.М., Буйницька О.П. та інші), в роботах яких було створено засади методології застосування наявних і створення нових ТЗН (зокрема, ГМТЗН) у навчальному процесі [1, 5, 8]. Незважаючи на сказане, до нинішнього часу багато аспектів теорії та практики створення та використання ГМТЗН у процесах навчання залишаються недостатньо вивченими й опрацьованими.

В основному, в існуючих напрацюваннях наукової спільноти піднімалися питання методичних, загальних організаційних і загальнотехнічних аспектів застосування ТЗН (ГМТЗН), а також описувалися й аналізувалися численні приклади їхнього практичного впровадження в рамках конкретних, окремо взятих навчальних процесів [7-12]. Разом із тим, усе менше уваги останнім часом приділялося: дослідженню та моделюванню ТЗН (ГМТЗН) як цілісних технічних систем (зокрема, як складних, інтелектуалізованих систем із персоналізованою адаптивною людино-машинною взаємодією); комплексному аналізу та розробці питань психології, фізіології, ергономіки та безпечності роботи користувачів зазначених систем; всебічному розгляду аспектів сучасних носіїв інформації навчального призначення в таких системах (інформаційних Web-ресурсів Інтернету, хмарних ресурсів, інших мережних джерел і сховищ інформації); персоналізації захисту інформації в указаних системах тощо.

Результатом окресленого стану справ є те, що, при практичному застосуванні ГМТЗН, досі виникає ряд проблем, які суттєво гальмують їхнє використання та знижують очікувані результати. Серед основних із указаних проблем слід назвати те, що існуючі комп'ютерні системи ГМТЗН, а також їхні окремі компоненти та технології, не завжди є достатньо прийнятними для використання без спеціальної попередньої підготовки як їхніми безпосередніми користувачами (тими, які навчаються), так і розробниками їхнього інформаційно-візуального наповнення.

У першу чергу, мова йде про невисоку психологічну та фізіологічну комфортність роботи з ГМТЗН, що виникає внаслідок недостатнього рівня уваги до наступних аспектів: мотивованості щодо переваг застосування ГМТЗН, звичності роботи з ними, стабільності процесів їхнього функціонування, ергономічності технічних інтерфейсів взаємодії з ними, персоналізованості технологій роботи з ними; обґрунтованості вибору окремих компонентів і технологій систем ГМТЗН, концепцій їхньої інтеграції в єдину систему згідно зі специфічними особливостями умов здійснення конкретних навчальних процесів.

Наявність указаних проблем обумовила актуальність здійснення в даній роботі дослідження комп'ютерних систем (у цілому й їхніх компонентів)

ГМТЗН. У рамках окресленої загальної наукової проблеми, розглядатимемо ряд її складових, таких як: виявлення актуальних підпроблем дослідження комп'ютерних систем і технологій (КСТ) ГМТЗН; дослідження та моделювання загальносистемних аспектів КС ГМТЗН на рівні їхньої предметної галузі.

РОЗВ'ЯЗОК ЗАДАЧ

Підзадача 1 – виявлення актуальних підпроблем дослідження КС ГМТЗН.

Сучасні тенденції руху світових соціально-економічних процесів характеризують інтенсивний розвиток науково-технічного прогресу та практичних впроваджень його досягнень, що тягне за собою неперервне посилення вимог ринку праці до підготовки фахівців, обумовлюючи необхідність постійного пошуку резервів інтенсифікації навчання [15].

Аналіз еволюції наукових розробок і повсякденних практичних апробацій показує, що до найдієвіших способів підвищення ефективності процесів та якості результатів навчання належить застосування ГМТЗН. Актуальним є пошук нових і вдосконалювання існуючих концепцій, моделей, засобів і методів використання ГМТЗН у підготованні навчального процесу, проведенні аудиторних занять, управлінні позааудиторною роботою [15].

Успішному вирішенню даних проблем сприяє наступне:

– спектр сучасних ГМТЗН є достатньо широким, охоплюючи численні спеціалізовані ГМТЗН (мультимедійні проєктори, планшети, інтерактивні дошки тощо) й універсальні технічні засоби, що можуть застосовуватися в якості ГМТЗН або в їхньому складі (комп'ютерне, периферійне, мережне й інше технічне обладнання та спорядження навчального аудиторного фонду);

– розвинені графічні, мультимедійні й інші прогресивні можливості сучасних ГМТЗН забезпечують суттєве якісне та кількісне посилення візуальної підтримки всіх етапів і форм процесів навчання, дозволяючи створювати та відтворювати віртуальні навчальні матеріали на основі найрізноманітнішого електронного контенту (графічних ілюстрацій, фото, відео, анімації, морфінгу, 3D-світів тощо), зручних переходів за гіперпосиланнями, дружньої інтерактивної взаємодії [15].

Одним із підґрунть гальмування активності застосування ГМТЗН у навчальному процесі є слабка контрольованість у цілому (а також недостатня оперативність, гнучкість, адаптивність, запитуваність результатів, автоматизованість і, відповідно, дієвість наявного контролю) стану та процесів функціонування КС ГМТЗН та їхніх компонентів, що призводить на практиці до високої ймовірності виникнення непередбачуваних критичних збоїв у роботі систем ГМТЗН, які тягнуть за собою суттєві часові затримки, неможливість відтворення потрібних візуальних матеріалів та інші неприпустимі несконденсовані відхилення від запланованого навчального процесу (наочною є ситуація, коли деякий пристрій із функціями ГМТЗН, наприклад, мультимедійний проектор, керований із комп'ютеру через бездротову мережу, приступає до роботи протягом нестабільного за тривалістю та неочікувано довгого терміну часу, а керувальний зв'язок із ним подекуди раптово переривається) [15].

Основна мова йде про проблему досягнення максимально можливої стабільності роботи КС ГМТЗН відповідно до висунутих вимог щодо їхніх станів, характеристик, режимів функціонування тощо; з практичної точки зору, дана проблема трансформується в завдання забезпечення гарантованого рівня стабільності стану та функціонування КС ГМТЗН згідно заданих вимог. [15]

Із загальної проблеми підтримки стабільності роботи КС ГМТЗН на рівні заданих вимог випливає ряд актуальних підпроблем:

1) забезпечення належного керувального зворотного зв'язку з метою гнучкого корегування стабільності роботи КС ГМТЗН на підставі здійснення їхнього систематичного (цілодобового) моніторингу, аналізу, діагностики;

2) виявлення для кожного базового виду ГМТЗН, визначального компоненту та КС ГМТЗН у цілому тих проблемних аспектів (зон, станів, режимів функціонування, характеристик і т.і...), що обумовлюють виникнення позаштатних ситуацій або безпосередньо пов'язані з ними;

3) резервування (з достатнім ступенем надлишковості) заходів і засобів, які мають бути задіяні, якщо в основному режимі роботи КС ГМТЗН дають критичні збої, що можуть призвести до зриву запланованого навчального процесу (його неприпустимого відхилення від початково висунутих до нього вимог) [15].

Ураховуючи специфіку процесів навчання й їхньої візуальної підтримки, моделюванню яких органічно властиві багатокритеріальність вибору, нечітка визначеність характеристик і вимог тощо, похідною проблемою стає забезпечення інтелектуального моніторингу, аналізу та діагностування стану КС ГМТЗН із метою подальшого здійснення керувальних стабілізуючих впливів на системи та перемикання роботи систем на резервні сценарії роботи в разі виникнення позаштатних ситуацій [15].

Засади вирішення даної проблеми, що потребує подальшого дослідження, було закладено в роботі [14], де:

– розглянуто нові актуальні питання вдосконалення систем навчання комп'ютерній графіці (КГ), що стосуються візуального супроводження процесів навчання;

– розроблено базові елементи інтелектуалізованої інформаційної системи підтримки стану готовності ТЗН КГ, щодо якої визначено ключові компоненти та вимоги до них (категорії електронних сховищ інформації; вимоги до математичного забезпечення підсистеми управління; критерії вибору технічного та програмного забезпечення підсистеми управління відповідно до вимоги граничної мінімізації необхідності урахування фактору специфіки різномірних апаратно-програмних ресурсів користувачів системи; вимоги до підсистеми зберігання інформації, пов'язані з урахуванням необхідності зберігання в системі різномірної візуальної інформації великих обсягів; спеціалізовані аспекти системи, на які має бути спрямоване функціонування модуля управління роботою з користувачами; види процесів, на автоматизацію яких має бути націлено модуль роботи з контентом; додаткові вимоги, пов'язані з включенням до системи спеціалізованого модулю з режимом дистанційного навчання, зокрема, вимоги до ретельності опрацювання на абстрактному рівні в базах даних і знань моделей-профільованих складових компонентів підсистеми візуалізації, до модулю підтримки візуального супроводження тощо);

– апробовано поточні результати досліджень і розробок в навчальному процесі кафедри інформаційних технологій ХНТУ.

Разом із тим, подальша робота над вказаною проблемою потребує ретельнішого дослідження предметної галузі КС ГМТЗН.

Підзадача 2 – дослідження та моделювання КС ГМТЗН на рівні предметної галузі.

Розпочнемо дослідження предметної галузі КС ГМТЗН з вирішення завдання аналізу стану вивченості питання щодо функціонального застосування КС ГМТЗН як технічних та організаційно-технічних систем.

Аналіз літературних джерел (зокрема, інформаційних ресурсів Інтернету) з питань КС ГМТЗН та їхнього застосування показав, що переважну увагу в них приділяють декільком базовим категоріям аспектів:

1) рекламно-інструктивні матеріали фірм-виробників ГМТЗН (довідкові керівництва, рекламні аркуші, прес-релізи, презентації, короткі оглядові нариси тощо), в яких, як правило, представлено для відповідного обладнання:

- зображення зовнішнього вигляду та внутрішнього устрою;

- переліки ключових технічних і споживчих характеристик та їхніх значень (маються на увазі характеристики, значення яких мають бути відомі для правильної технічної експлуатації обладнання, а також характеристики, потрібні для застосування технічних пристроїв споживачами за цільовим призначенням);

- описи функціональних можливостей, особливостей функціонування, режимів роботи, отримуваних результатів, правил експлуатації;

- переліки та короткі пояснення щодо рекомендованих галузей практичного застосування (загальні та на конкретних ілюстрованих прикладах);

2) результати науково-методичних досліджень (наукові публікації, навчальні посібники та т.і.) щодо організаційно-методичних і психолого-педагогічних аспектів застосування ГМТЗН і КС ГМТЗН у навчальному процесі;

3) різноманітні посібники та керівництва навчального призначення з описами можливостей, інструментарію та інструктивних правил користування ГМТЗН і КС ГМТЗН як пристроями та системами навчального призначення, що поєднують інформацію двох попередніх пунктів даного переліку, викладаючи її з точки зору знань і досвіду тих науково-педагогічних працівників, які застосовують зазначені пристрої та системи в щоденній практичній роботі.

Технічним та організаційно-технічним аспектам застосування та моделювання КС ГМТЗН та їхніх компонентів останнім часом приділялося недостатньо уваги, а існуючі напрацювання з даного напрямку вже є достатньо морально застарілими за часом розробки.

Найбільш гостро зазначене питання постає саме щодо КС ГМТЗН, оскільки вони належать до галузі, що постійно й активно розвивається.

Основні та найактуальніші акценти в контексті даного питання слід наголосити на наступних підпитаннях, що стосуються специфіки застосування КС ГМТЗН:

- якісність інформаційної підтримки процесів підготування до роботи та функціонування КС ГМТЗН;

- стабільність роботи (функціонування) КС ГМТЗН та їхніх компонентів відповідно до заданих умов і вимог;

- стабільність технічних інтерфейсів і комфортність користувацьких інтерфейсів КС ГМТЗН та їхніх компонентів; зниження складності КС ГМТЗН.

Відзначимо, що складність КС ГМТЗН обумовлено як складністю цілей, задач, функцій, устрою, характеристик і поведінки їхніх підсистем і компонентів, так і складністю взаємозв'язків між ними.

Вагомий відсоток до поняття складності КС ГМТЗН вносять такі складові, як:

- суттєва змінюваність об'єктів систем і висока динамічність зв'язків між ними;

- унікальність (індивідуальність, персоналізованість), властива об'єктам багатьох категорій;

- суттєвий рівень невизначеності (неповноти, нечіткості, ймовірності тощо) інформації про системи в цілому й їхні компоненти; високий ступінь можливості впливу людського фактору та форс-мажорних обставин.

Надалі будемо вирішувати завдання дослідження та моделювання КС ГМТЗН на рівні їхньої загальної структури.

У рамках даного завдання, побудуємо концептуальну модель загальної структури КС ГМТЗН, представлену ієрархіями підпорядкування її визначальних складових компонентів і функцій.

У загальній структурі ГМТЗН, виділимо наступну сукупність із семи взаємопов'язаних ієрархічних рівнів її компонентно-об'єктного складу:

$$ЗСКСГМТЗН = \langle P_m(ЗСК)ГМТЗН, m = 1, \dots, 7 \rangle, \quad (1)$$

де $P_1(ЗСК)ГМТЗН$ (користувачі КС ГМТЗН) = $\{p_1(1)$ (цільові користувачі – ті, хто навчається в середовищі КС ГМТЗН); $p_1(2)$ (користувачі ланки управління навча-

льним процесом, здійснюваним на базі КС ГМТЗН – науково-педагогічні працівники з функціями викладачів, методистів, створювачів інформаційного наповнення, виконавців адміністративного контролю тощо); р1(3) (інженерний персонал, що виконує функції розробників і супроводжувачів КС ГМТЗН); р1(4) (технічний персонал, що обслуговує навчальний процес, здійснюваний на базі КС ГМТЗН));

Р2(ЗСК)ГМТЗН (інтерфейси КС ГМТЗН) = {р2(1) (інтерфейси взаємодії КС ГМТЗН); р2(2) (технічні інтерфейси КС ГМТЗН)};

Р3(ЗСК)ГМТЗН (технічні засоби КС ГМТЗН) = {Р3-1(ЗСК)ГМТЗН (системні та прикладні програмні засоби КС ГМТЗН); Р3-2(ЗСК)ГМТЗН (апаратні засоби КС ГМТЗН)};

Р3-1(ЗСК)ГМТЗН (системні та прикладні програмні засоби КС ГМТЗН) = {р3-1(1) (програмне забезпечення, спеціалізоване щодо КС ГМТЗН); р3-1(2) (програмне забезпечення універсального призначення в складі КС ГМТЗН)};

Р3-2(ЗСК)ГМТЗН (апаратні засоби КС ГМТЗН) = {р3-2(1) (спеціалізоване апаратне забезпечення КС ГМТЗН – пристрої / прилади / обладнання / спорядження / комплекси / системи); р3-2(2) (апаратне забезпечення універсального призначення в складі КС ГМТЗН – комп'ютерне / периферійне / організаційне / мережне)};

Р4(ЗСК)ГМТЗН (комп'ютерні технології в складі КС ГМТЗН та асоційовані з ними) = {р4(1) (традиційні локальні комп'ютерні технології); р4(2) (традиційні мережні комп'ютерні технології); р4(3) (сучасні інформаційно-комунікаційні технології); р4(4) (прогресивні мобільні технології); р4(5) (хмарні технології)};

Р5(ЗСК)ГМТЗН (інформаційні носії в складі КС ГМТЗН та асоційовані з ними: локальні носії інформації + глобальні Інтернет-ресурси) = {р5(1) (традиційні неелектронні носії, що оцифровують); р5(2) (комп'ютерні сервери даних, резервуючі дискові масиви); р5(3) (компакт-диски й інші автономні зовнішні носії великої ємності); р4(4) (мережні, зокрема, хмарні сховища, бази, банки файлів / даних / інформації / контенту); р4(5) (віддалені суперкомп'ютерні центри обробки даних навчальних і наукових установ)};

Р6(ЗСК)ГМТЗН (інформаційне наповнення КС ГМТЗН) = {р6(1) (спеціалізовані навчально-

методичні матеріали для інформаційного наповнення ГМТЗН); р6(2) (нормативна документація); р6(3) (службова інформація)};

Р7(ЗСК)ГМТЗН (моделі КС ГМТЗН) = {р7(1) (моделі організації та функціонування КС ГМТЗН); р7(2) (моделі складових компонентів та об'єктів КС ГМТЗН); р7(3) (моделі організації та функціонування навчального процесу на базі КС ГМТЗН); р7(4) (моделі впливів зовнішнього середовища стосовно КС ГМТЗН)};

Р8(ЗСК)ГМТЗН (об'єкти, в межах яких розташовано КС ГМТЗН) = {р8(1) (будівлі); р8(2) (споруди); р8(3) (навчальні приміщення); р8(4) (службові приміщення)}.

Відзначимо, що будівлі, споруди та приміщення, в яких розташовуються КС ГМТЗН, у першу чергу слід характеризувати як категорію об'єктів зазначених систем із точки зору наступних властивостей:

- захищеність від негативного впливу зовнішнього середовища на системи ГМТЗН;

- освітленість і можливість її гнучкого динамічного змінювання;

- придатність до розміщення (розгортання) систем ГМТЗН, із забезпеченням належного рівня безпечності, ергономічності, повномасштабності та стабільності їхнього функціонування.

У функціональному складі КС ГМТЗН, будемо виділяти:

$$\Phi_{КСГМТЗН} = \langle \Phi_{и(ЗСК)ГМТЗН}, u = 1, \dots, 3 \rangle, \quad (2)$$

де $\Phi_1(ЗСК)ГМТЗН$ – категорія функцій підготовки навчального процесу;

$\Phi_2(ЗСК)ГМТЗН$ – категорія функцій підтримки аудиторної роботи;

$\Phi_3(ЗСК)ГМТЗН$ – категорія функцій управління позааудиторною роботою.

У межах наступного завдання, розглянемо один із найбільш актуальних і нагальних для дослідження аспектів – концептуальне моделювання об'єктів предметної галузі ГМТЗН як складових відповідних систем.

Виходячи з проведеного автором аналізу особливостей предметної галузі ГМТЗН, розглядатимемо узагальнену концептуальну модель об'єктів зазначеної предметної галузі ОПГГМТЗН у вигляді сукупності наступних множин:

$$\text{ОПГГМТЗН} = \langle \text{В(ОПГ)ГМТЗН}, \text{Ф(ОПГ)ГМТЗН}, \text{М(ОПГ)ГМТЗН}, \text{Х(ОПГ)ГМТЗН} \rangle, \quad (3)$$

де $\text{В(ОПГ)ГМТЗН} = \{v(i), i = 1, \dots, N\}$ – множина базових видів ГМТЗН;

$\text{Ф(ОПГ)ГМТЗН} = \{\{f(j), j = 1, \dots, M\}(i), i = 1, \dots, N\}$ – множина провідних фірм-виробників ГМТЗН, асоційована та структурована щодо кожного i -го елемента множини В(ОПГ)ГМТЗН ;

$\text{М(ОПГ)ГМТЗН} = \{\{m(k), k = 1, \dots, Q\}(j), j = 1, \dots, M\}(i), i = 1, \dots, N\}$ – множина модельних рядів (визначальних моделей) ГМТЗН, асоційована та структурована щодо кожного j -го елемента множини Ф(ОПГ)ГМТЗН і кожного i -го елемента множини В(ОПГ)ГМТЗН ;

$\text{Х(ОПГ)ГМТЗН} = \{\{x(l), l = 1, \dots, R\}(k), k = 1, \dots, Q\}(j), j = 1, \dots, M\}(i), i = 1, \dots, N\}$ – множина властивостей ГМТЗН, асоційована та структурована відносно k -их елементів множини М(ОПГ)ГМТЗН , j -их елементів множини Ф(ОПГ)ГМТЗН та i -их елементів множини В(ОПГ)ГМТЗН .

Конкретні реалізації моделі КМ(ОПГ)ГМТЗН передбачають наведення актуальних видів, фірм-виробників, моделей і властивостей ГМТЗН.

Під властивостями ГМТЗН будемо розуміти:

– найменування, значення й пояснювальні описи щодо визначальних характеристик ГМТЗН (технічних, споживчих, вартісних, експлуатаційних, комунікаційних, ергономічних тощо);

– архітектура, конструктивні особливості та можливі форми зовнішнього та внутрішнього вигляду ГМТЗН;

– функціональні можливості, штатні стани та режими роботи (функціонування) ГМТЗН; наявність та якість інформаційно-документального спорядження ГМТЗН.

Особливу роль для конкретизації даної концептуальної моделі відіграє виявлення тих характеристик ГМТЗН, які є критично важливими для забезпечення навчального процесу стабільністю їхньої роботи на визначеному рівні її гарантованості, з урахуванням заданих штатних режимів експлуатації, припустимих станів готовності та справності, а також згідно заданих критеріїв безвідмовності, надійності, продуктивності (в особливості, швидкодії) й ергономічності (в особливості, комфортності для користувачів).

Стосовно зазначених характеристик, основний акцент слід наголосити на дослідженні тих показників, які впливають на ефективність та ергономічність інтерфейсів взаємодії ГМТЗН із їхніми користувачами й іншими пристроями.

Проведений на базі концептуальних моделей (1) і (2) аналіз показує, що для КС ГМТЗН є характерними наступні властивості:

– широкий асортимент існуючих сучасних компонентів для комплектації КС ГМТЗН від різноманітних виробників;

– велика кількість об'єктів, які потенційно можуть бути включені до складу КС ГМТЗН, їхніх характеристик і взаємозв'язків між ними;

– суттєва кількість параметрів, які характеризують КС ГМТЗН у цілому й їхні компоненти, вхідні та вихідні потоки даних, стани, режими функціонування, зовнішні впливи з боку інших систем та об'єктів тощо;

– висока ймовірність суттєвої динаміки змін у вказаному вище асортименті та складі.

Відповідно, доцільним бачиться створення та ведення баз даних і знань, інформаційно-пошукових систем та експертних програмних модулів із інформацією про категорії, моделі та характеристики існуючого забезпечення КС ГМТЗН та інших їхніх об'єктів, а також із знаннями про правила та метаправила оптимального функціонування КС ГМТЗН та управління ними.

Надамо далі більшу деталізацію та конкретизацію моделі (1), розгорнувши її в ряд похідних підмоделей.

Узагальнену концептуальну модель-профіль користувачів КС ГМТЗН, які належать до категорії тих осіб, які навчаються в межах зазначеної системи, будемо позначати ПКНГМТЗН і розглядати у вигляді сукупності підмоделей-профіль, які базуються на кортежах характеристик користувачів (загальнотипових та індивідуальних, персоніфікованих), що визначають специфічні особливості реалізації та стан реалізованості для певних властивостей:

$$\text{ПКНГМТЗН} = \langle \text{smi}(vi(\text{ПКНГМТЗН})), i = 1, \dots, 7 \rangle, \quad (4)$$

де $\text{smi}(vi(\text{ПКНГМТЗН}))$ – умовне позначення підмоделі-профілю, асоційованої з i -ю властивістю vi ;

$v1(\text{ПКНГМТЗН})$ – ергономічність (загальна безпечність і комфортність, рухова зручність, зорова й аудіа-

льна неперенапруженість тощо) процесів знаходження користувачів у КС ГМТЗН і здійснення ними навчальної діяльності з використанням зазначеної системи;

v2(ПKN)ГМТЗН – готовність користувачів до взаємодії з певними базовими (графічними, мультимедійними) та допоміжними пристроями, приладами, електронними носіями й іншим апаратним забезпеченням і технічними інтерфейсами КС ГМТЗН;

v3(ПKN)ГМТЗН – готовність користувачів до взаємодії з належним системним і прикладним програмним забезпеченням КС ГМТЗН;

v4(ПKN)ГМТЗН – готовність користувачів до взаємодії з певними користувацькими інтерфейсами КС ГМТЗН;

v5(ПKN)ГМТЗН – готовність користувачів до сприйняття ними (візуального, аудіального, тактильного тощо) певних мультимедійних навчально-методичних матеріалів із точки зору: методів і засобів подання мультимедіа; безпосередньо мультимедійного контенту; обсягів і темпу надання мультимедійної інформації;

v6(ПKN)ГМТЗН – готовність користувачів до певних (зокрема, специфічних) способів взаємодії з КС ГМТЗН (гіпермедійних, інтерактивних тощо);

v7(ПKN)ГМТЗН – готовність користувачів до комунікації з іншими користувачами КС ГМТЗН.

Узагальнена концептуальна модель-профіль користувачів КС ГМТЗН, які належать до категорії тих осіб, які навчають за допомогою даної системи (професорсько-викладацького складу), позначатиметься як ПКВГМТЗН і міститиме підмоделі-профілі з кортежами характеристик, які відобразать певні здатності:

$$\text{ПКВГМТЗН} = \langle \text{smj}(z_i(\text{ПКВ})\text{ГМТЗН}) \rangle, j=1, \dots, 5, \quad (5)$$

де $\text{smi}(z_i(\text{ПКВ})\text{ГМТЗН})$ – умовне позначення підмоделі-профілю, асоційованої з j -ю здатністю;

z1(ПКВ)ГМТЗН – здатність до здійснення ефективного контролю за забезпеченістю належного стану ергономічності умов функціонування КС ГМТЗН у навчальному процесі;

z2(ПКВ)ГМТЗН – майстерність володіння забезпеченням КС ГМТЗН (апаратними засобами, програмними пакетами, технічними інтерфейсами тощо);

z3(ПКВ)ГМТЗН – майстерність взаємодії з користувацькими інтерфейсами КС ГМТЗН і володіння різномані-

тими технологіями (способами та засобами) взаємодії з КС ГМТЗН та іншими користувачами системи;

z4(ПКВ)ГМТЗН – майстерність створення мультимедійних навчально-методичних матеріалів для КС ГМТЗН та управління ними;

z5(ПКВ)ГМТЗН – майстерність організації навчального процесу на базі КС ГМТЗН та управління ним.

Узагальнена концептуальна модель-профіль користувачів комп'ютерної системи ГМТЗН категорії інженерно-технічного складу (супровідників системи, обслуговуючого персоналу тощо), котру будемо позначати як ПКТГМТЗН, спиратиметься на підмоделі-профілі з кортежами характеристик, семантика яких визначає здатність до ефективного реалізації та стан реалізованості певних аспектів:

$$\text{ПКТГМТЗН} = \langle \text{smk}(\text{ak}(\text{ПКТ})\text{ГМТЗН}) \rangle, k=1, \dots, 5, \quad (6)$$

де $\text{smk}(\text{ak}(\text{ПКТ})\text{ГМТЗН})$ – умовне позначення підмоделі-профілю, асоційованої з k -им аспектом;

a1(ПКТ)ГМТЗН – супровід КС ГМТЗН, включаючи її технічне обслуговування, адміністрування та забезпечення захисту як мережної КС;

a2(ПКТ)ГМТЗН – дорозробка КС ГМТЗН як апаратно-програмного комплексу (модернізація й інтеграція компонентів КС і т.і.);

a3(ПКТ)ГМТЗН – удосконалювання користувацьких інтерфейсів КС ГМТЗН;

a4(ПКТ)ГМТЗН – поповнення й оновлення КС ГМТЗН навчально-методичними графічними та мультимедійними матеріалами;

a5(ПКТ)ГМТЗН – моніторинг та аналіз стану, діяльності, думок, потреб і запитів користувачів КС ГМТЗН.

Слід відзначити, що одну з найбільших переваг та одночасно проблем КС ГМТЗН і компонентів зазначених систем становлять їхні інтерфейси.

Інтерфейси з користувачами компонентів КС ГМТЗН і зазначених систем у цілому надають велике розмаїття можливостей взаємодії з реалізацією недотикових і дотикових видів комунікації, що можуть бути віднесені до категорій візуальної, аудіальної, тактильної взаємодії тощо; задача максимально вичерпного та доцільного використання зазначених можливостей є багатокритеріальною та потребує використання експертних оцінок.

Дуже важливим є уникнення надлишковості у використанні мультимедійного потенціалу КС ГМТЗН, особ-

ливо, стосовно інтенсивності застосування анімаційних і кольорових ефектів.

Особливу увагу в інтерфейсах користувачів КС ГМТЗН слід приділити тим варіантам інтерфейсів, які підтримують взаємодію з особами, що мають обмежені фізичні можливості (інвалідами, людьми з серйозними фізичними вадами та захворюваннями тощо).

Ще одним аспектом, який потребує особливої уваги, є Web-інтерфейси для віддаленої роботи користувачів комп'ютерних систем ГМТЗН із мультимедійними ресурсами (контентом).

Технічним інтерфейсам систем КС ГМТЗН та їхніх компонентів має бути властива в процесі їхнього функціонування стабільність роботи в заданих режимах, часових межах, напрямках взаємодії та відповідно до встановлених сценаріїв здійснення навчального процесу.

Наприклад, щодо мультимедійного проєктору має бути: мінімізована ймовірність прояву такого збою в роботі, як раптове пропадання бездротового мережного зв'язку з керувальним комп'ютером; забезпечена безперерійна працездатність пульта проєктору та можливість оперативної ідентифікації його місцезнаходження; підтримано такий стан керувального комп'ютеру та його файлової системи, при якому би беззбитно здійснювалося знаходження, активізація та відтворення (візуалізація) потрібних електронних ресурсів (ілюстрованих текстових і графічних файлів, 3D-моделей, віртуальних світів, інтегрованого гіпермедійного і інтерактивного мультимедійного контенту тощо).

Важливим внеском до стабільності роботи КС і компонентів ГМТЗН є безвідмовність роботи їхніх технічних інтерфейсів.

У даному контексті, особливої уваги заслуговують засоби сполучення елементів КС ГМТЗН та їхні складові – роз'єми (вилки, розетки та т.і.), кабелі, перехідні елементи, портативні блоки живлення тощо.

Серед них слід окремо виділити ті засоби дротового сполучення, для яких є характерною висока ймовірність впливу ряду факторів, які можуть спричинити відмови в їхньому функціонуванні.

Наочним прикладом є з'єднувальні кабелі: внаслідок різноманітних форс-мажорних обставин (таких, як механічні впливи випадкового характеру, яким достатньо сильно піддаються кабелі й особливо певні

їхні ділянки, різкі перепади напруги тощо), реальний стан виношеності та пошкоженості кабелів може достатньо сильно відрізнятися від значень характеристик, заявлених у технічній документації. До відмов схильні і бездротові сполучення КС ГМТЗН.

Аналогічною є також ситуація з засобами активізації роботи елементів КС ГМТЗН, пристроями тактильної та безконтактної взаємодії (кнопками, клавіатурами, сенсорними датчиками, пультами, тачпадами, сканерами сітківки та відбитків тощо).

Актуальним є виявлення тих категорій елементів технічних інтерфейсів КС ГМТЗН, які мають високу ймовірність відмов, витоків виникнення зазначених відмов і способів їхнього передбачення й усунення їхніх наслідків.

До вказаних елементів, у першу чергу, належать такі елементи контакту та взаємодії, як кабелі, бездротові мережні з'єднання, роз'єми, вимикачі, різноманітні елементи тактильної та безконтактної взаємодії для ідентифікації користувачів та активізації певних функцій системи тощо. Важливим є забезпечення систематичного тестування стану вказаних елементів, їхньої діагностики й аналізу її результатів.

Таким чином, доцільним бачиться:

- запровадження та ведення баз даних нормативних і поточних характеристик станів виношеності та пошкоженості з'єднувальних, контактуючих та активуючих елементів комп'ютерних систем ГМТЗН;
- створення та ведення експертних систем, які б виводили рекомендації щодо дій із запобігання прискореному розвитку процесів випрацювання елементів КС ГМТЗН, а також стосовно передбачення, уникнення та компенсації негативних результатів впливу виношеності й uszkodженості зазначених елементів.

Відслідковування поточного стану виношеності та пошкоженості компонентів КС ГМТЗН із високим рівнем uszkodженості та виношеності має здійснюватись як під час їхнього функціонування в навчальному процесі, так і на стадіях до та після їхнього поточного використання.

Згідно з наведеним вище рекомендаційним висновком, автором було проведене дослідження та моделювання інтерфейсних компонентів КС ГМТЗН на засадах експертних оцінювань.

Підставою для започаткування даного дослідження стало попереднє вивчення й аналіз автором численних інформаційних джерел із описами передумов, вимог, обставин, особливостей, процесів і результатів практичних впроваджень ГМТЗН у перебігу навчання, здійснюваних як під час фундаментальних теоретичних досліджень та практичних апробацій видатних фахівців даної галузі, так і протягом активної діяльності в даній сфері звичайних викладачів-практиків.

Із указаною вище метою, в першу чергу було застосовано метод вилучення знань із текстів, які містили критичні думки стосовно проблем ефективного впровадження КС ГМТЗН у процеси навчання та в якості яких застосовувалися:

- публікації в періодичних фахових наукових виданнях (журналах, збірках наукових праць);
- доповіді на фахових наукових конференціях, семінарах, симпозіумах;
- обговорення на спеціалізованих форумах і відеоконференціях;
- фахові книжки та т.і. (монографії, підручники, навчальні посібники, методичні розробки тощо),).

Переважно зазначені думки являли собою розрізнені висловлення в непрямій формі подання їхнього основного смислу, без чіткого формулювання проблем у цілому та без представлення методів їхнього вирішення.

Також було підготоване та застосоване експертне опитування в формі інтерв'ю та анкетування.

Таблиця 1

№ з/п	Локальні критерії експертного оцінювання	Узагальнений критерій
1	u1: інтуїтивна фізіологічна звичність роботи з інтерфейсними елементами КС ГМТЗН та її компонентів	U1: індивідуальна прийнятність для користувачів інтерфейсних елементів КС ГМТЗН та її компонентів
2	u12: психологічна комфортність роботи з інтерфейсними елементами КС ГМТЗН та її компонентів	ГМТЗН та її компонентів
3	u13: активний інтерес (зацікавленість) щодо роботи з інтерфейсними елементами КС ГМТЗН та її компонентів	

Результатом ретельного аналізу й узагальнення великого обсягу вилучених експертних знань стало формування автором відповідного поля знань, а на підставі його розгляду – надання наведених нижче ієрархічних

класифікацій і здійснення ряду незалежних експертних оцінювань.

Дворівневу ієрархію виділених критеріїв експертного оцінювання представлено в таблиці 1, де за допомогою табличної форми подання наочно відображається базова структурно-логічна схема системи актуальних експертних оцінювальних критеріїв щодо інтерфейсних елементів КС ГМТЗН та її компонентів.

Ієрархію виділених інтерфейсних елементів КС ГМТЗН та її компонентів, актуальних для оцінюваних експертним шляхом, представлено в таблиці 2.

Таблиця 2

№ з/п	Елемент першого рівня класифікаційної ієрархії	Елементи другого рівня класифікаційної ієрархії	Елементи третього рівня класифікаційної ієрархії
1	ІЕ: інтерфейсні елементи КС ГМТЗН та її компонентів, які є актуальними щодо експертного оцінювання за критеріями u11, u12, u13 (див. таблицю 1)	ті: технічні інтерфейси КС ГМТЗН та її компонентів	ti-c: дотикові
2			ti-y: зорові
3			ti-e: слухові
4			ti-i: інтегровані за декількома видами впливу на органи почуттів
5			ci-l: локальні комп'ютерні екранні інтерфейси
6			ci-p: мережні комп'ютерні екранні Web-інтерфейси
7			ci-p: мережні комп'ютерні екранні Web-інтерфейси

Для експертного оцінювання, було задіяно чотири категорії груп експертів:

- GE-1 – науково-педагогічні працівники;
- GE-2 – користувачі, що працюють з ГМТЗН часто;
- GE-3 – користувачі, що працюють з ГМТЗН помірно;
- GE-4 – користувачі, що працюють з ГМТЗН рідко.

Для наочності розгляду, в таблиці 3 надано витяг із результатів експертного оцінювання, де представлено вагове співвідношення часток інтенсивності застосування різних видів актуальних інтерфейсних елементів КС ГМТЗН та її компонентів, рекомендоване на підставі експертних оцінок за критерієм u12 (психологічна комфортність роботи з інтерфейсними елементами КС ГМТЗН та її компонентів).

Також для більшої наочності, в таблиці 3 наведено усереднену оцінку, що одразу дозволяє побачити зна-

чення важливого показника розбіжності в оцінках різних груп експертів.

Таблиця 3

№ з / п	Види інтерфейсних елементів КС ГМТЗН та її компонентів, які подавалися експертному оцінюванню (повні назви – в таблиці 2)	Оцінки рекомендованої інтенсивності взаємодії з певними видами інтерфейсних елементів КС ГМТЗН та її компонентів, узагальнені за однорідними групами експертів				Усереднена оцінка
		ЕГ1	ЕГ2	ЕГ3	ЕГ4	
		ti:				
1	ti-c	54	50	49	47	50
2	ti-y	28	24	23	25	25
3	ti-e	16	16	15	13	15
4	ti-i	2	10	13	15	10
		ci:				
5	ci-l	75	77	78	80	75
6	ci-n	25	23	22	20	25

Аналіз даних, зібраних та опрацьованих за всім переліком критеріїв експертного оцінювання, стане предметом розгляду наступної публікації.

Узагальнена концептуальна модель-профіль програмного забезпечення КС ГМТЗН, яка буде позначатися ППГМТЗН, міститиме підмоделі-профілі з кортежами характеристик із певним словесним наповненням:

$$\text{ППГМТЗН} = \langle \text{smr}(\text{cr}(\text{ПП})\text{ГМТЗН}) \rangle, r = 1, \dots, 6, \quad (7)$$

де $\text{smr}(\text{cr}(\text{ПП})\text{ГМТЗН})$ – умовне позначення підмоделі-профілю, асоційованої з r -им словесним наповненням;

$\text{c1}(\text{ПП})\text{ГМТЗН}$ – специфіка організації та функціонування універсального системного та прикладного програмного забезпечення в складі КС ГМТЗН;

$\text{c2}(\text{ПП})\text{ГМТЗН}$ – особливості організації та функціонування спеціалізованого програмного забезпечення КС ГМТЗН, із додатковим акцентуванням уваги на інструментальному, інтегрованому та реконфігурованому програмному забезпеченні зазначеної системи;

$\text{c3}(\text{ПП})\text{ГМТЗН}$ – особливості технологій розробки нового, модернізації й інтеграції існуючого програмного забезпечення КС ГМТЗН, із акцентуванням уваги на сучасних технологіях візуального проектування зазначеного програмного забезпечення й інших прискорених технологіях його створення;

$\text{c4}(\text{ПП})\text{ГМТЗН}$ – особливості технологій ведення програмного забезпечення КС ГМТЗН, у тому числі, його адміністрування та захисту;

$\text{c5}(\text{ПП})\text{ГМТЗН}$ – особливості застосування інтегрованих технологій у процесі розробки та використання програмного забезпечення в складі КС ГМТЗН;

$\text{c6}(\text{ПП})\text{ГМТЗН}$ – специфіка технологій застосування програмного забезпечення КС ГМТЗН у навчальному процесі.

Узагальнена концептуальна модель-профіль апаратного забезпечення КС ГМТЗН (комп'ютерної та мережної апаратури, інших пристроїв, приладів, організаційної техніки та т.і.), яку будемо позначати ПАГМТЗН, складатиметься з підмоделей-профілів із кортежами характеристик певної семантики:

$$\text{ПАГМТЗН} = \langle \text{smq}(\text{cq}(\text{ПА})\text{ГМТЗН}) \rangle, q = 1, \dots, 6, \quad (8)$$

де $\text{smq}(\text{cq}(\text{ПА})\text{ГМТЗН})$ – умовне позначення підмоделі-профілю, асоційованої з q -ою семантикою;

$\text{c1}(\text{ПМ})\text{ГМТЗН}$ – інформаційні описи апаратного забезпечення КС ГМТЗН (загальні; спеціалізовані відносно особливостей КС ГМТЗН як систем навчального призначення);

$\text{c2}(\text{ПМ})\text{ГМТЗН}$ – технічні характеристики апаратного забезпечення КС ГМТЗН;

$\text{c3}(\text{ПМ})\text{ГМТЗН}$ – особливості організації та функціонування апаратного забезпечення КС ГМТЗН (архітектури, взаємозв'язків, функціональності, способів дії, можливостей використання, технологій застосування тощо) – як загальні, так і стосовно їхнього навчального призначення;

$\text{c4}(\text{ПМ})\text{ГМТЗН}$ – особливості інтерфейсів апаратного забезпечення КС ГМТЗН (загальні; під кутом зору застосування зазначеної системи в навчальному процесі);

$\text{c5}(\text{ПМ})\text{ГМТЗН}$ – особливості взаємодії користувачів КС ГМТЗН із апаратним забезпеченням зазначеної системи в навчальному процесі;

$\text{c6}(\text{ПМ})\text{ГМТЗН}$ – умови й обмеження організації, функціонування апаратного забезпечення КС ГМТЗН і роботи з ним у навчальному процесі.

Узагальнена концептуальна модель-профіль навчально-методичних матеріалів КС ГМТЗН, яка буде позначатися як ПМГМТЗН, міститиме підмоделі-профілі з кортежами характеристик зазначених матеріалів, які мають певну семантику:

$$\text{ПМГМТЗН} = \langle \text{sml}(\text{d}(\text{ПМГМТЗН})), l=1, \dots, 4, \quad (9)$$

де $\text{sml}(\text{d}(\text{ПМГМТЗН}))$ – умовне позначення підмоделі-профілю, асоційованої з l -ою семантикою;

$\text{c1}(\text{ПМГМТЗН})$ – призначення (спрямованість) навчально-методичних матеріалів КС ГМТЗН щодо певних видів навчальної діяльності (типів навчальних занять, категорій їхніх окремих етапів і дій, їхньої тематики тощо);

$\text{c2}(\text{ПМГМТЗН})$ – стан реалізованості в навчально-методичних матеріалах КС ГМТЗН графічних і мультимедійних можливостей (текст, ілюстрований текст, статичне графічне зображення, анімація / морфінг, фото, відео, звук (мова, вокальний спів і т.і.), гіпертекст, інтерактивність, мультимедійний контент на основі інтеграції вказаних компонентів тощо);

$\text{c3}(\text{ПМГМТЗН})$ – можливості технічної реалізації навчально-методичних матеріалів КС ГМТЗН на базі певного апаратно-програмного забезпечення та технологій (зокрема, з визначенням найоптимальніших варіантів зазначеної реалізації);

$\text{c4}(\text{ПМГМТЗН})$ – спрямованість навчально-методичних матеріалів КС ГМТЗН на певні цільові категорії користувачів.

Таким чином, доцільним є запровадження та подальше ведення бази даних актуальних характеристик навчально-методичних матеріалів КС ГМТЗН.

Узагальнена концептуальна модель-профіль навчального процесу на основі комп'ютерної системи ГМТЗН, яку буде позначено ПНПГМТЗН, спиратиметься на підмоделі-профілі з кортежами характеристик певного смислового значення:

$$\text{ПНПГМТЗН} = \langle \text{smp}(\text{cp}(\text{ПНПГМТЗН})), p=1, \dots, 7, \quad (10)$$

де $\text{smp}(\text{cp}(\text{ПНПГМТЗН}))$ – умовне позначення підмоделі-профілю, асоційованої з p -ою семантикою;

$\text{c1}(\text{ПНПГМТЗН})$ – узагальнені властивості організації, функціонування, взаємозв'язків і взаємодії об'єктів навчального процесу на основі КС ГМТЗН;

$\text{c2}(\text{ПНПГМТЗН})$ – узагальнені властивості процесів навчання, що здійснюються на базі КС ГМТЗН;

$\text{c3}(\text{ПНПГМТЗН})$ – узагальнені властивості документальної (в тому числі, навчально-методичної) бази навчального процесу на основі КС ГМТЗН;

$\text{c4}(\text{ПНПГМТЗН})$ – узагальнені властивості моделей управління навчальним процесом на базі КС ГМТЗН;

$\text{c5}(\text{ПНПГМТЗН})$ – узагальнені властивості результатів навчального процесу на базі КС ГМТЗН;

$\text{c6}(\text{ПНПГМТЗН})$ – узагальнені властивості зовнішніх впливів на навчальний процес на основі КС ГМТЗН;

$\text{c7}(\text{ПНПГМТЗН})$ – узагальнені властивості моделей навчального процесу на основі КС ГМТЗН як складної системи.

Узагальнена концептуальна модель-профіль оточуючого (зовнішнього) середовища КС ГМТЗН, яка позначатиметься ПЗСГМТЗН, базуватиметься на підмоделях-профілях із кортежами характеристик певної семантики:

$$\text{ПЗСГМТЗН} = \langle \text{sms}(\text{cs}(\text{ПЗСГМТЗН})), s=1, \dots, 5, \quad (11)$$

де $\text{sms}(\text{cs}(\text{ПЗСГМТЗН}))$ – умовне позначення підмоделі-профілю, асоційованої з s -ою семантикою;

$\text{c1}(\text{ПЗСГМТЗН})$ – особливості зовнішніх впливів на КС ГМТЗН із боку організаційної структури (навчального закладу або т.і.), в межах якої зазначена КС функціонує, включаючи властиві даній структурі організаційні та навчальні процеси;

$\text{c2}(\text{ПЗСГМТЗН})$ – специфіка впливів на КС ГМТЗН соціально-економічних аспектів (організаційних структур, соціальних та економічних факторів і т.і.), що є зовнішніми відносно тієї організаційної структури, що містить КС ГМТЗН;

$\text{c3}(\text{ПЗСГМТЗН})$ – особливості впливів на КС ГМТЗН зовнішніх природно-кліматичних аспектів природного та штучного походження;

$\text{c4}(\text{ПЗСГМТЗН})$ – специфіка впливів на КС ГМТЗН зовнішніх форс-мажорних обставин;

$\text{c5}(\text{ПЗСГМТЗН})$ – загальні структурні та поведінкові особливості оточуючого середовища КС ГМТЗН, його об'єктів і взаємозв'язків між ними, їхніх властивостей тощо.

У контексті підмоделей-профілів $\text{c4}(\text{ПЗСГМТЗН})$ і $\text{c5}(\text{ПЗСГМТЗН})$, слід окремо проаналізувати питання інформаційної безпеки КС ГМТЗН.

Підсистема захисту КС ГМТЗН має передбачати наведені далі види захисту, включаючи як неспеціалізований (звичайний, типовий, універсальний) захист, так і спеціалізований захист, адаптований до особливостей КС ГМТЗН.

Повинен бути наявний захист від: негативних зовнішніх впливів на КС ГМТЗН та її компоненти; негативних впливів усередині комп'ютерної системи ГМТЗН.

Має бути окремо виділений захист від: випадкових ненавмисних дій; умисної зловмисної діяльності.

Також має окремо специфікуватися захист від: несанкціонованих дій сторонніх щодо системи осіб; нештатних дій легальних користувачів системи.

Для пересічних негативних зловмисних і незловмисних впливів, безпосередньо не пов'язаних із функціонуванням КС ГМТЗН, у підсистемі захисту зазначеної системи доцільно та достатньо передбачити стандарти універсальні засоби захисту.

У разі виникнення посиленних негативних зловмисних і незловмисних впливів, безпосередньо не пов'язаних із функціонуванням КС ГМТЗН, слід передбачити оперативне переведення зазначеної системи в спеціальний напівзabloкований стан, із відключенням усіх мережних режимів роботи та задіянням екстремного режиму роботи системного адміністратора.

В особливу категорію слід виділити цілеспрямовані негативні впливи, безпосередньо пов'язані з функціонуванням КС ГМТЗН і націлені на досягнення тимчасового (короткочасного або тривалого) виведення системи з ладу, знищення або викривлення необхідної для роботи системи інформації, краху системи тощо.

У даному зв'язку, важливо ідентифікувати актуальні об'єкти захисту комп'ютерних систем ГМТЗН і ступінь важливості їхнього захисту, а також ключові об'єкти загрози та види зароз.

Посилений захист у підсистемі безпеки КС ГМТЗН має бути забезпечений для:

- внутрішньо-системних інформаційних масивів (сховищ) текстових, ілюстрованих текстових, графічних, мультимедійних і гіпермедійних навчально-методичних матеріалів;
- баз даних посилань на інформаційні ресурси Інтернету;
- баз даних і знань щодо номенклатури об'єктів комп'ютерної системи ГМТЗН, їхніх властивостей і взаємозв'язків;
- баз даних і знань щодо моделей організації та функціонування комп'ютерної системи ГМТЗН, її інтер-

фейсів, взаємодії її об'єктів, комунікації системи з оточуючим середовищем.

Надпосилений захист повинен бути передбачений для баз даних службової інформації комп'ютерних систем ГМТЗН, баз знань інтелектуальних моделей і сценаріїв організації навчального процесу, баз даних і знань підсистеми контролю комп'ютерної системи ГМТЗН.

На перетині попередньо розглянутих завдань, знаходиться завдання дослідження та моделювання КСТ ГМТЗН щодо позаштатних ситуацій в їхній роботі.

У межах даного завдання, виконаємо концептуальне моделювання ймовірних витоків виникнення та заходів запобігання негативним наслідкам позаштатних ситуацій у роботі КС ГМТЗН.

У підсумку безпосереднього спостереження, вивчення існуючого досвіду й аналізу численних ситуацій практичної роботи КС ГМТЗН та їхніх компонентів, було складено узагальнену концептуальну модель ПСРГМТЗН позаштатних ситуацій у роботі зазначених систем:

$$\text{ПСРГМТЗН} = \{\text{ВВ(ПСРК)ГМТЗН}, \text{ЗЗНН(ПСРК)ГМТЗН}\}, \quad (12)$$

базові структурні складові компоненти якої мають наведений нижче зміст.

Концептуальна підмодель ВВ(ПСРК)ГМТЗН охоплює п'ять ключових категорій витоків виникнення позаштатних ситуацій в роботі КС ГМТЗН та їхніх компонентів:

$$\text{ВВ(ПСРК)ГМТЗН} = \{\text{k1(ВВПСРК)ГМТЗН}, \text{k2(ВВПСРК)ГМТЗН}, \text{k3(ВВПСРК)ГМТЗН}, \text{k4(ВВПСРК)ГМТЗН}, \text{k5(ВВПСРК)ГМТЗН}\}, \quad (13)$$

де k1(ВВПСРК)ГМТЗН – категорія виникнення аварійного стану приміщення, де розташовано КС ГМТЗН (внаслідок протікання стелі через таляня снігу, розбиття віконного скла під час буревію тощо);

k2(ВВПСРК)ГМТЗН – категорія аварійного знеструмлення системи електропостачання КС ГМТЗН (внаслідок пошкодження лінії електропередач через падіння дерев у негоду, обледеніння дротів та т.і.);

k3(ВВПСРК)ГМТЗН – категорія штатного відключення електропостачання КС ГМТЗН (з метою виконання

планових профілактичних і ремонтних робіт на електромережах, економії електроенергії тощо);

к4(ВВПСРКС)ГМТЗН – категорія штатної технічної профілактики та ремонту пристроїв КС ГМТЗН;

к5(ВВПСРКС)ГМТЗН – категорія позаштатного (непередбачуваного) виходу з ладу пристроїв КС ГМТЗН.

Концептуальна підмодель ЗЗНН(ПСРК)ГМТЗН поєднує три базових категорії заходів запобігання негативним наслідкам позаштатних ситуацій у роботі КС ГМТЗН та їхніх компонентів:

$$\text{ЗЗНН(ПСРК)ГМТЗН} = \{ \text{к1(ЗЗННПСРК)ГМТЗН}, \text{к2(ЗЗННПСРК)ГМТЗН}, \text{к3(ЗЗННПСРК)ГМТЗН} \}, \quad (14)$$

де к1(ЗЗННПСРК)ГМТЗН – категорія забезпечення функціонально повної підсистеми безперебійного постачання та безпечного відключення електроенергії КС ГМТЗН (включаючи джерела безперебійного живлення, аварійні генератори електроенергії тощо);

к2(ЗЗННПСРК)ГМТЗН – категорія резервування пристроїв КС ГМТЗН;

к3(ЗЗННПСРК)ГМТЗН – категорія розробки резервних сценаріїв організації навчального процесу для випадків виникнення позаштатних ситуацій у роботі КС ГМТЗН (для всіх базових видів указаних ситуацій).

Основні результати та висновки.

Здійснене дослідження та моделювання загальносистемних аспектів комп'ютерних систем і технологій графічних і мультимедійних технічних засобів навчання.

Отримано наступні актуальні результати, що являють собою наукову новизну: проаналізовано та сформульовано актуальні підпроблеми дослідження комп'ютерних систем графічних і мультимедійних технічних засобів навчання; створено формалізовані інформаційні моделі комп'ютерних систем графічних і мультимедійних технічних засобів навчання на рівні об'єктів предметної галузі зазначених систем і засобів, що доповнюють, розширюють та узагальнюють існуючі в даній предметній галузі напрацювання.

Застосування результатів проведеного дослідження та моделювання в навчальному процесі кафедри інформаційних технологій ХНТУ дозволило підвищити ефективність навчання на 5%.

Виконана в розроблених моделях систематизація інформації щодо предметної галузі комп'ютерних систем графічних і мультимедійних технічних засобів навчання створила підґрунтя для отримання наочної структуризації зазначеної предметної галузі в цілому, з метою підвищення: валідності подальшого детального моделювання комп'ютерних систем графічних і мультимедійних технічних засобів навчання; ґрунтовності занесення даної інформації до певних структур і сховищ даних (об'єктів, баз даних, графових моделей, продукційних баз знань, фреймів, семантичних мереж тощо).

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Buinytska O. P. Informatsiini tekhnologii ta tekhnichni zasoby navchannia : navchalnyi posibnyk / O. P. Buinytska. – K. : Tsentr navchalnoi literatury, 2017. – 240 s.
2. Polozhennia pro elektronni osviti resursy [Elektronnyi resurs] // Ofitsiinyi veb-sait Verkhovnoi Rady Ukrainy. – Rezhym dostupu : <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/z1695-12>. – Nazva z ekranu.
3. Pro Natsionalnu stratehiu rozvytku osvity v Ukraini na period do 2021 roku: Ukaz Prezzydenta Ukrainy [Elektronnyi resurs] // Ofitsiinyi veb-sait Verkhovnoi Rady Ukrainy. – Rezhym dostupu : <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/344/2013>. – Nazva z ekranu.
4. Allen I. E. Changing Course : Ten years of tracking online education in the United States / I. Elaine Allen, Jeff Seaman. – January, 2013. – Wellesley : Babson Survey Research Group and Quahog Research Group, LLC. – 42 p. – Access mode : <http://www.onlinelearningsurvey.com/reports/changingcourse.pdf>.
5. Leshchenko M. P. Vidkryta osvita v katehoriinomu poli vitchyznianskykh ta zarubizhnykh vchenykh [Elektronnyi resurs] / M.P Leshchenko, A.V. Yatsyshyn // Informatsiini tekhnologii ta zasoby navchannia. – 2014. – № 1. – Rezhym dostupu : <http://journal.iitta.gov.ua>. – Nazva z ekranu.
6. International Experiences With Technology in Education: Final Report/ Prepared by : Marianne Bakia, Robert Murphy, Kea Anderson, Gucci Estrella Trinidad ; U.S. Department of Education, Office of Educational Technology and the Office of Planning, Evaluation and Policy Development, Policy and Program Studies Service. – Washington, 2011. – 327 p.
7. Zaporozhchenko Yu. H. Standartyzatsiia vymoh do zasobiv IKT navchalnoho pryznachennia u mizhnarodnomu osvithomu prostori / Yu. H. Zaporozhchenko // Informatsiini tekhnologii u osviti. – 2014. – № 20. – S. 33-52.

8. Manako A. F. Bazovi aspekty evoliutsii vykorystannia multymediinykh tekhnologii v osviti / A. F. Manako, O. S. Voronkin // Informatyka ta informatsiini tekhnologii v navchalnykh zakladakh. – 2014. – № 1 (9). – S. 4-9.
9. University Leadership: Bringing Technology-Enabled Education to Learners of All Ages : Proceedings of the Fifth Conference of Learning International Networks Consortium // LINC 2010 Conference. – Cambridge : MIT. – May 23-26, 2010. – 878 p.
10. Transforming American Education: Learning Powered by Technology : National Education Technology Plan 2010 : Executive Summary / Office of Educational Technology. – Washington : U.S. Department of Education, 2010. – 24 p.
11. Melnyk O. M. Analiz bazovykh terminiv ta poniat, yaki vykorystani u doslidzhenni z pytan proektuvannia elektronnykh osvitnikh resursiv navchalnoho pryznachennia / O. M. Melnyk // Problemy osvity : nauk.-metod. zb. / Instytut innovatsiinykh tekhnologii i zmistu osvity MON Ukrainy. – Kyiv, 2015. – № 83 (II). – S. 83-87.
12. Systema psykholoho-pedahohichnykh vymoh do zasobiv informatsiino-komunikatsiinykh tekhnologii navchalnoho pryznachennia : monohrafiia / [Hryb`iuk O. O., Demianenko V. M., Zhaldak M. I. ta in.]; za red. M. I. Zhaldaka. – K.: Atika, 2014. – 172 s.
13. Veselovska H. V. Systema vizualnoho suprovodzhennia protsesiv vyvchennia kompiuternoi hrafiiky / H. V. Veselovska, I. I. Kybalko, O. I. Krotko // Problemy informatsiinykh tekhnologii. – 2014. – № 2 (016). – S. 92-96.
14. Veselovska H. V. Intelktualizovana informatsiina systema pidtrymky stanu hotovnosti tekhnichnykh zasobiv navchannia komp`iuternii hrafiits: Tezy Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii molodykh vchenykh, aspirantiv i studentiv "Intelektualni informatsiini systemy" (16 – 17 liutoho 2016 roku, m. Mykolaiv, ChDU imeni Petra Mohyly) / H. V. Veselovska, naukovyi kerivnyk d.t.n., prof. V. Ye. Khodakov. — Mykolaiv: Vydvo ChDU imeni Petra Mohyly, 2016. – 168 s. – S. 35-38.
15. Veselovska H. V. Zahalna postanovka y analiz problemy doslidzhennia tekhnichnykh zasobiv navchannia z hrafiichnyimi ta multymediinymi mozhlyvostyami: Materialy XIII Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii "Conduct of modern science = Vesty sovremennoi nauky" (30 lystopada – 7 hrudnia 2017 roku, m. Shefiled, Anhliia) / H. V. Veselovska. – Shefiled: "Science and education LTD", 2017. – Volume 13. – 128 s. – S. 61-63.

Рецензент: д.т.н., проф. Коваленко В. Ф.,
Херсонський національний технічний університет