



УДК 004.4:378.147

COMPUTER-AIDED SYSTEMS FOR FLEXIBLE IT PROFESSIONAL TRAINING TECHNOLOGIES

СИСТЕМИ КОМП'ЮТЕРНОЇ ПІДТРИМКИ ТЕХНОЛОГІЙ ГНУЧКОЇ ПІДГОТОВКИ ІТ-ФАХІВЦІВ

Talalaiev V. O. / Талаласєв В. О.*c.t.s., docent / к.т.н., доцент*

ORCID: 0009-0004-5435-0644

Postavna L. P. / Постаєвна Л. П.*assistant lecturer / асистент*

ORCID: 0009-0002-9617-1383

State University «Kyiv Aviation Institute»,

Kyiv, Liubomyr Huzar, 1, 03058

Державний університет «Київський авіаційний інститут»,

Київ, Любомира Гузара, 1, 03058

Анотація. В роботі розглядається проблема створення гнучких систем підготовки ІТ-фахівців, зумовлена невідповідністю між динамікою змін у професійній сфері та інертністю класичних систем освіти. Обґрунтовано актуальність використання комп'ютерних систем підтримки для автоматизованого проєктування, планування та управління навчальними процесами. Проведено огляд сучасних досліджень у сфері адаптивного навчання, обґрунтовано необхідність інтеграції методологій програмної інженерії у сферу освітніх технологій. Запропоновано концепцію програмно-інструментального управляючого комплексу (ПІУК), що містить функціональні підсистеми для САПР гнучких систем підготовки, управління навчальними процесами в середовищі BPMS, аналітики, моделювання та адміністрування. Визначено архітектурну модель системи, у якій виділено два типи процесів: регулярні та проєктні. Наведено Use Case-діаграми, що ілюструють розподіл ролей та логіку взаємодії учасників освітнього середовища. Основна увага приділена забезпеченню адаптивності системи через динамічне планування процесів, збирання аналітичної інформації та реінжиніринг навчального середовища відповідно до актуальних моделей компетентностей. Висновки статті акцентують на необхідності застосування принципів об'єктно-орієнтованого проєктування для підвищення гнучкості, актуальності та ефективності професійної підготовки ІТ-фахівців у цифрову епоху.

Ключові слова: гнучка підготовка; САПР; компетентності; BPMS; адаптивне навчання; навчальне середовище; інженерія знань; освітні процеси; моделювання; ПІУК.

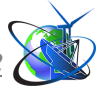
Вступ.

Якість сучасної вищої професійної освіти суттєвим чином визначається її здатністю реагувати на швидкоплинні зміни в навколишньому оточенні і, в першу чергу, на зміни у вимогах до професійних компетентностей випускників. Традиційний консерватизм вищої освіти класичних університетів на сьогодні в багатьох випадках стає значною перешкодою на шляху реінжинірингу навчальних процесів, які є необхідною умовою впровадження адаптивних технологій навчання, досягнення необхідної гнучкості змісту і технологій навчання. Саме



тому в освітньому середовищі розвинених країн значні переваги в просуванні на ринку освітніх професійних послуг отримують виші, які впроваджують гнучкі системи підготовки фахівців. Одним із ключових чинників такого успіху лідерів ринку освітніх послуг є широке застосування систем комп'ютерної підтримки як процесів проектування гнучких систем підготовки так і їх автоматизації самих процесів навчання.

Високий динамізм розвитку ІТ-індустрії потребує постійної уваги до проблем, які неминуче виникають у процесі створення і впровадження нових і перспективних інформаційних технологій. Однією з таких проблем є невідповідність темпів оновлення парадигм, підходів і технологій в ІТ-сфері темпам змін в сфері підготовки фахівців, які покликані забезпечити високий рівень розробки і впровадження сучасних інформаційних технологій. Історично успадкована консервативність освітніх систем на сьогодні стала одним із стримуючих факторів своєчасного і адекватного потребам практики постачання «людського ресурсу» системами підготовки ІТ-фахівців. У випадку підготовки ІТ-фахівців консервативність та інертність класичних систем підготовки стимулювала пошук способів, методів і відповідних їм технологій, які дозволяють максимально наблизити рівень професійних компетентностей випускників вищих закладів освіти (ЗВО) до реальних потреб їх практичної діяльності. До таких інновацій в сфері підготовки ІТ-фахівців слід віднести створення розгалужених мереж спеціалізованих курсів посадової допідготовки випускників закладів вищої професійної освіти; створення технологій і відповідних їм систем «дуальної» освіти, впровадження спільних навчальних підрозділів ЗВО і підприємств виробників програмного забезпечення тощо. Незважаючи на значне різноманіття технологій, організаційних форм і завдань, які виконують такі навчальні новоутворення, їх спільною рисою є прагнення досягти високого рівня реакції систем підготовки на швидкоплинні зміни у вимогах до професійних компетентностей ІТ-фахівців. Проте зважаючи на значний супротив адміністративно-бюрократичних надбудов ЗВО, обумовлений їх інертністю та консервативністю, а також суттєвою складністю і низьким



рівнем формалізованості процесів проектування і управління навчанням, впровадження гнучких і адаптивних технологій підготовки у більшості сучасних ЗВО носить локальний, фрагментарний характер. На думку авторів, ситуація корінним чином може бути змінена у випадку розробки і впровадження в практику ЗВО ефективних і дієвих технологій і методів проектування і управління гнучкими системами підготовки, а також створення комп'ютерних систем підтримки таких технологій. Така ситуація зумовлює необхідність теоретичного узагальнення методологічних принципів і підходів побудови таких систем, де центральним концептом виступає поняття - «гнучкі системи підготовки (ГСП)».

Ідея створення і впровадження адаптивних систем навчання не є новою в теорії і практиці застосування дидактичних систем і систем підготовки професійних фахівців, побудованих на їх основі. З моменту переходу таких систем в інституціональну фазу і до нинішнього періоду розвитку процес їх побудови супроводжувався прагненням застосовувати такі технології, які б дозволяли вести підготовку фахівців з наборами професійних компетентностей що відповідають актуальним потребам їх майбутньої практичної діяльності. Проте, як було зазначено вище, ці прагнення в минулому не находили широкого розповсюдження в практиці ЗВО, так як входили в протиріччя із значними інерційними властивостями систем проектування і управління такими системами.

Ситуація значно покращилася з переходом соціо-економічних систем на стадію глобальної інформатизації і широкого впровадження нових інформаційних технологій. На сьогодні провідним трендом розвитку ЗВО стала розробка і впровадження потужних систем комп'ютерної підтримки діяльності ЗВО. Саме з їх появою пов'язуються сподівання на масштабне впровадження в практику ЗВО гнучких систем підготовки ІТ-фахівців і вирішення проблеми збалансованої адекватності професійних компетентностей випускників реальним потребам практики. Ефективність вирішення даної проблеми буде суттєво залежати від вирішення завдань створення теоретико-методологічної



бази проектування таких систем і відповідних їм комп'ютерних інформаційних систем автоматизації проектування і планування ГСП, а також управління їх процесами.

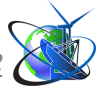
Незважаючи на достатньо широкий за тематикою і змістом спектр наукових публікацій, де розглядаються питання побудови освітніх та освітньо-професійних систем з використанням гнучких технологій підготовки, проблема створення теоретико-методологічних та інструментальних засобів проектування ГСП залишається поки ще далекою від свого вирішення. Певний оптимізм і надію в цьому напрямку вселяють результати створення і використання програмно-інструментальних засобів проектування програмного забезпечення. Остання обставина розглядається в статті як ключова, оскільки на переконання авторів існування глибинних концептуальних аналогій між процесами підготовки професійних фахівців і процесами розробки програмних систем із заданими наборами функціональності створює конструктивне підґрунтя для «перетоку ідей» між цими двома спорідненими предметними областями.

Мета статті.

Метою статті є формування підходів щодо системного застосування методологій та інструментарію програмної інженерії для вирішення задачі побудови гнучких систем підготовки ІТ-фахівців і, таким чином, доказ дієвості та ефективності міжвидової експансії ідей і методів створення прикладних систем для двох споріднених предметних областей – області розробки програмних та інформаційних систем і області створення та застосування навчально-освітніх систем.

Основний текст.

Використання комп'ютерних інформаційних технологій в практиці освітньої і професійної підготовки фахівців веде свій відлік від часу перших застосувань комп'ютерної техніки в системах обробки інформації. Здатність комп'ютерної техніки накопичувати й обробляти великі обсяги даних стали визначальним фактором їх застосування у сфері підготовки фахівців. Створювані на основі комп'ютерних засобів автоматизовані системи навчання



(АСН) стали першими застосуваннями комп'ютерних інформаційних технологій в освітній і професійній підготовці фахівців закладів вищої освіти (ЗВО). Пік процесу розвитку і впровадження таких класів інформаційних навчальних систем приходить на кінець минулого століття. У більшості випадків логіка процесів впровадження комп'ютерних інформаційних систем, як правило, завершувалася створенням масштабних автоматизованих систем управління (АСУ) ЗВО.

На початку другого тисячоліття інтерес до розробки і застосування АСН і АСУ вищих закладів освіти помітно знизився. Однією з ключових причин такого зниження слід вважати вихід інформаційних технологій на умовну межу можливостей їх застосування у сфері автоматизованого навчання. Ідея автоматизації процесів навчання на основі систем обробки даних практично себе вичерпала. Поширена на той час парадигма створення і застосування систем обробки інформації комп'ютерними системами не давала очікуваного ефекту не лише в сфері освіти і професійної підготовки, а й в інших сферах суспільного життя. Вирішення актуальних задач автоматизації освітніх процесів вимагав застосування таких технологій проєктування, реалізації і управління навчальними процесами, які б опиралися на нову, більш ефективну парадигму, відмінну від класичних методів і технологій обробки даних.

Ключовим фактором відновлення інтересу освітніх систем до створення і впровадження систем комп'ютерної підтримки навчання став сучасний тренд у розвитку інформаційних технологій пов'язаний із переходом від технологій обробки даних до технологій обробки знань. Першим досвідом на цьому шляху слід вважати розробку і впровадження в практику програмної інженерії методологій і технологій створення програмних продуктів і систем на основі об'єктно-орієнтованого підходу (ООП). Як відомо, філософія ООП заснована на прямому чи опосередкованому відтворенні у програмних системах певних закономірностей інформаційних процесів, які моделюють процеси мислення людини. Дана обставина робить такі системи надзвичайно привабливими для їх застосування у сферах, де існує нагальна потреба у вирішенні слабо



формалізованих і творчих задач. Як зазначалося вище, сфера професійної підготовки ІТ-фахівців за гнучкими технологіями і є саме такою сферою застосування.

В узагальненому вигляді ідея побудови систем професійної підготовки фахівців за гнучким технологіями може бути представлена у формі схеми послідовного нарощування професійних компетентностей шляхом проходження студентами послідовних циклів навчання в навчальних середовищах, які утворюються спорідненими за змістом і об'єднаними за цілями процесів навчальних дисциплін. Такі утворення в проведених дослідженнях авторами позначені як навчальні кластери (НК). Так університетський курс інженерії програмного забезпечення може бути представлений у формі чотирьох НК (рисунок 1).

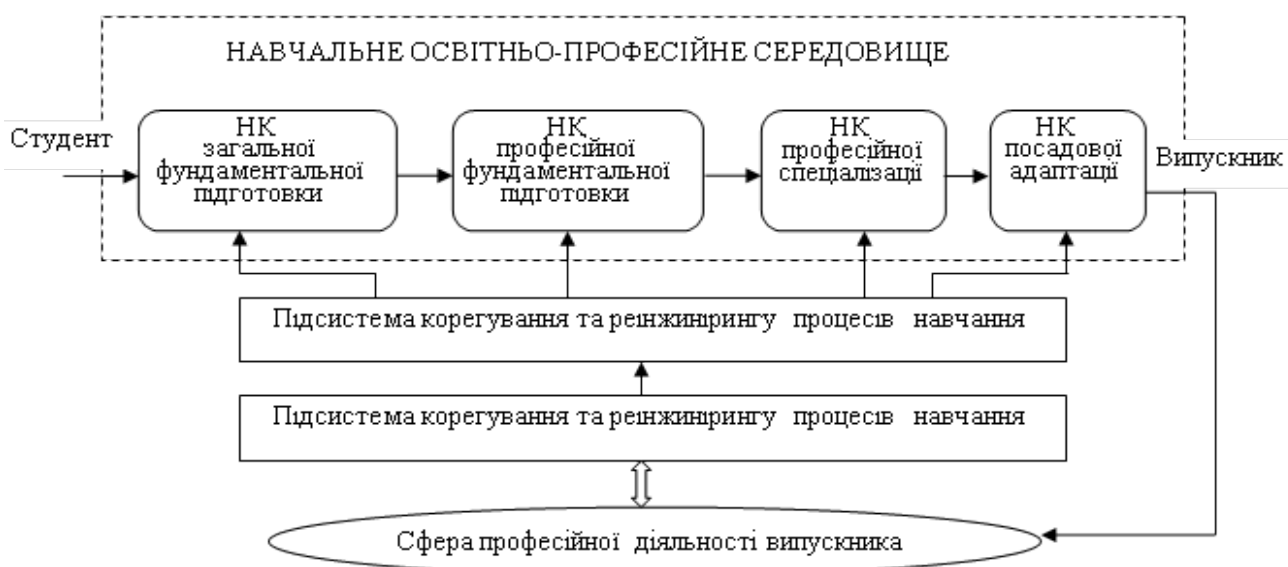


Рисунок 1 - Схема освітньо-професійної підготовки фахівців за гнучкою технологією

Авторська розробка

Як видно зі схеми «гнучкість» системи підготовки фахівців досягається завдяки дії контурів зворотного зв'язку, які здійснюють вплив на процеси навчання в чотирьох НК. Необхідність рознесення впливу на НК обумовлена різними темпами змін, які відбуваються в практичних компетентностях

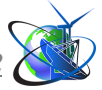


випускників під час їх практичної діяльності за фахом. Так зміни в компетентностях, які відбуваються під впливом змін у системі фундаментальних знань значно повільніші ніж ті, які відбуваються в компетентностях обумовлених появою нових інформаційних технологій. Крім того, система по різному реагує на зміни, в залежності від ступеню кардинальності змін. Несуттєві і незначні зміни в сфері професійної діяльності приводять лише до корегування навчальних середовищ. Водночас кардинальні зміни в будь-якому із контурів потребує реінжинірингу або всього навчального середовища або окремих НК.

Незважаючи на удавану простоту і очевидність наведеної схеми професійної підготовки фахівців її реалізація на практиці стикається з значними труднощами, що в певній мірі пояснює її відносно невисокий рівень поширення в практиці ЗВО. Масштабний і потоковий характер навчання в сучасних ЗВО робить суттєво інертними їх навчальні середовища і створює значні перешкоди на шляху впровадження гнучких технологій навчання. Очікуваний ефект від впровадження гнучких технологій навчання в практиці ЗВО може бути досягнутий лише за умов:

- 1) Впровадження методів, технологій і засобів оперативного проектування і планування навчальних середовищ.
- 2) Застосування ефективних інформаційних систем управління навчальними середовищами на всіх рівнях управління.
- 3) Наявності у ЗВО підготовлених фахівців в галузі інженерії знань.
- 4) Розуміння адміністрацією ЗВО необхідності впровадження науково обґрунтованих методів і технологій управління навчальним середовищем орієнтованим на сферу практичної діяльності випускників.
- 5) Впровадження у навчальні та інфраструктурні середовища систем підготовки нових ролей учасників процесів, які забезпечують реалізацію гнучких технологій навчання і управління процесами підготовки.

Відповідно до наведених умов та з використанням методології й інструментальних засобів об'єктно-орієнтованого проектування (ООП) і процесного моделювання, забезпечення гнучкості і адаптивності навчальних та



інфраструктурних середовищ в ГСП є однією з ключових функцій ПІУК. Водночас циклічний і повторюваний характер процесів формування у навчальних актуальних компетентностей створює необхідні умови для широкого застосування принципів повторного використання на рівні основних компонент навчального середовища. Саме тому основні системні функціонали комплексу в пропонованому рішенні спрямовані на оперативне вирішення завдань створення, збереження, планування, корегування та реінжинірингу окремих процесних навчальних модулів та їх системного використання в навчальному середовищі ГСП. Нижче наведений склад ядра базових системних функціоналів комплексу. Більш детальна їх декомпозиція розкривається другим рівнем функціональної ієрархії.

І рівень – системні функціонали (СФ)

- 1СФ «САПР ГСП». Інструментально-технологічна підтримка автоматизованого проектування компонентної, функціональної та процесної структур гнучких систем підготовки (ГСП) ІТ-фахівців.
- 2СФ «Планування». Компонування, налаштування та підготовка основних і допоміжних процесів ГСП для управління ними в комп'ютерному середовищі BPMS.
- 3СФ «Управління процесами». Комп'ютерне управління основними та допоміжними процесами ГСП за технологією BPMS.
- 4СФ «Аналітика». Збір, обробка й аналітична обробка даних щодо параметрів і показників виконання процесів в комп'ютерних середовищах функціонуючих і досліджуваних інформаційних системах, реалізованих засобами комплексу.
- 5СФ «Моделювання». Розробка нових процесних моделей ГСП і їх експериментальне дослідження.

Створюваний програмно-інструментальний управляючий комплекс (ПІУК) складається з чотирьох взаємозв'язаних системних компонент: системи автоматизованого проектування гнучких систем підготовки ІТ-фахівців (САПР ГСП), системи планування навчальних та інфраструктурних середовищ (СП



НІС); управляючої системи (УС); інформаційно-аналітичної системи (ІАС); інструментально-моделюючого комплексу (ІМК).

II рівень – функціонали підсистем

САПР ГСП

- 1СФ.1 – Розробка (формування) структурно-функціональної моделі ГСП.
- 1СФ.2 – Розробка (формування) процесної структури навчального середовища ГСП.
- 1СФ.3 – Розробка (формування) процесної структури інфраструктурного середовища ГСП (допоміжні процеси та процеси розвитку).
- 1СФ.4 – Ведення репозиторію спроектованих процесів.
- 1СФ.5 – Аналіз і реінжиніринг процесів.

СП НІС

- 2СФ.1 – Компонування процесної структури навчального середовища ГСП.
- 2СФ.2 – Компонування процесної структури інфраструктурного середовища ГСП.
- 2СФ.3 – Планування (налаштування) навчальних процесів усіх рівнів навчального середовища ГСП.
- 2СФ.4 – Планування (налаштування) процесів усіх рівнів інфраструктурного середовища.
- 2СФ.5 – Ініціація процесів для виконання.

УС

- 3СФ.1 – Управління доступом до навчального середовища ГСП.
- 3СФ.2 – Управління виконанням навчальних та інфраструктурних процесів відповідно до їх логічної структури.
- 3СФ.3 – Реагування на критичні та специфічні події в процесі виконання процесів.
- 3СФ.4 – Диспетчеризація виконання процесів в навчальних середовищах.

ІАС

- 4СФ.1 – Збір, систематизація і накопичення даних про стан навчального



середовища.

- 4СФ.2 – Підготовка аналітичних звітів про стан середовищ ГСП.
- 4СФ.3 – Накопичення, збереженні статистичних даних про роботу ГСП і її процесів.
- 4СФ.4 – Виконання запитів щодо стану середовищ і їх візуалізація на робочих місцях адміністраторів ГСП.

ІМК

- 5СФ.1 – Розробка імітаційних моделей перспективних структур і технологій ГСП.
- 5СФ.2 – Проведення статистичних експериментальних досліджень перспективних структур і технологій ГСП на імітаційних моделях.
- 5СФ.3. – Підготовка пропозицій щодо покращення структур і технологій ГСП за результатами експериментальних досліджень

Системні функціонали «Аналітика» і «Моделювання» в ПУК є допоміжними та забезпечують збір і аналітичну обробку даних щодо поточного стану навчального та інфраструктурного середовищ, а також розвиток ГСП через процеси експериментального дослідження нових технологій підготовки.

В процесі розробки ПУК була застосована методологія об'єктно-орієнтованого проектування із використанням відповідних CASE-засобів підтримки такого проектування. На рисунку 2 зображена концептуальна Use Case діаграма в нотації мови візуального моделювання UML для варіантів використання ПУК.

Однією з характерних особливостей створення і використання навчальних середовищ в ГСП при використанні ПУК є принципово відмінний від класичного розподіл ролей учасників процесів підготовки. Як видно з діаграми ключовими концептами ролей виступають «Науково-педагогічний працівник (НПП)» і «Адміністратор (Адмін.)». Перший концепт генералізує ролі, в яких ключовими є «Архітектор», «Конструктор» і «Автор». Ці класи ролей включають базові активності процесів навчального середовища, які є відповідальними за синтез архітектури навчального середовища, його змістовне



наповнення та налаштування на поточні умови застосування і профілі компетентностей випускників. Роль «Тьютор» узагальнює категорію активностей навчальних процесів, які спеціалізуються на ефективній реалізації спроектованих і налаштованих навчальних процесів. Другий базовий концепт «Адмін.» генералізує активності навчального середовища, відповідальних за адміністрування ГСП і його навчального середовища. Дві ключові категорії даного концепту «Адміністратор процесів» і «Системний адміністратор» узагальнюють активності процесних середовищ ГСП, які забезпечують координацію дій усіх учасників ГСП як на рівні системи так і на рівні процесів.

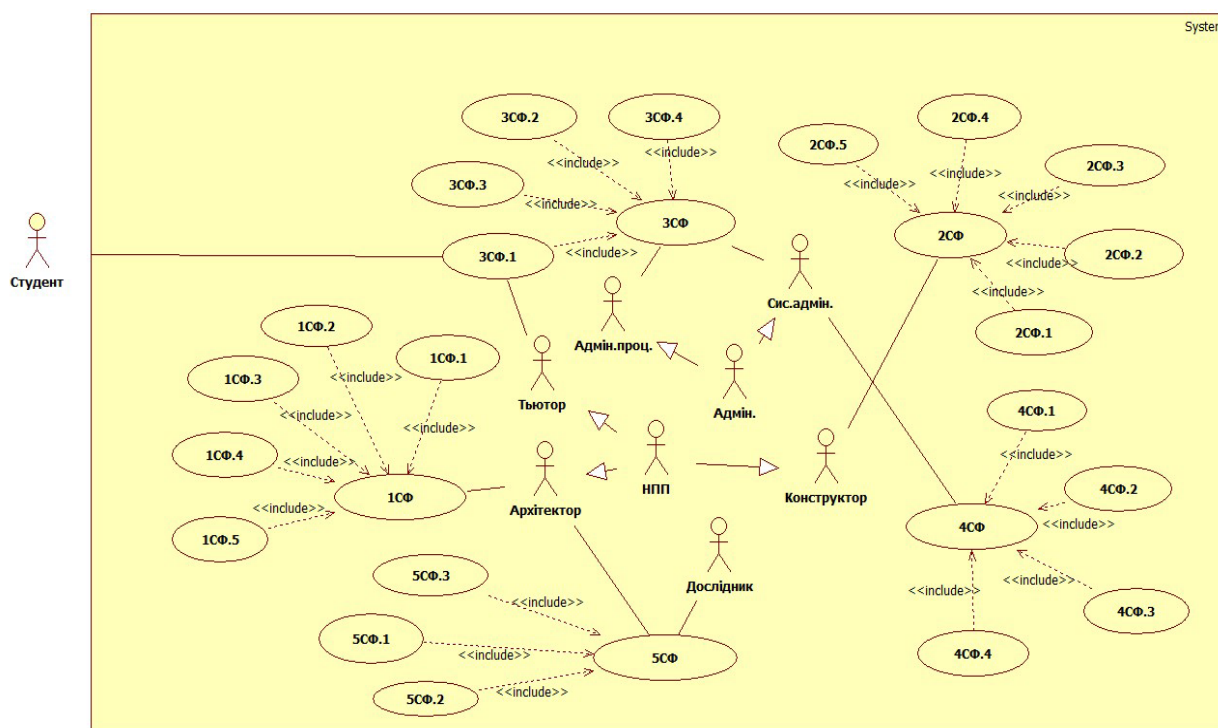


Рисунок 2 - Концептуальна діаграма варіантів використання ПІУК

Авторська розробка

В процесі розробки архітектури ПІУК відповідно до методології ООП були спроектовані базові класи об'єктів і їх ієрархії. На рисунку 3 в графічній нотації UML показана концептуальна діаграма класів базових об'єктів навчального середовища ГСП.

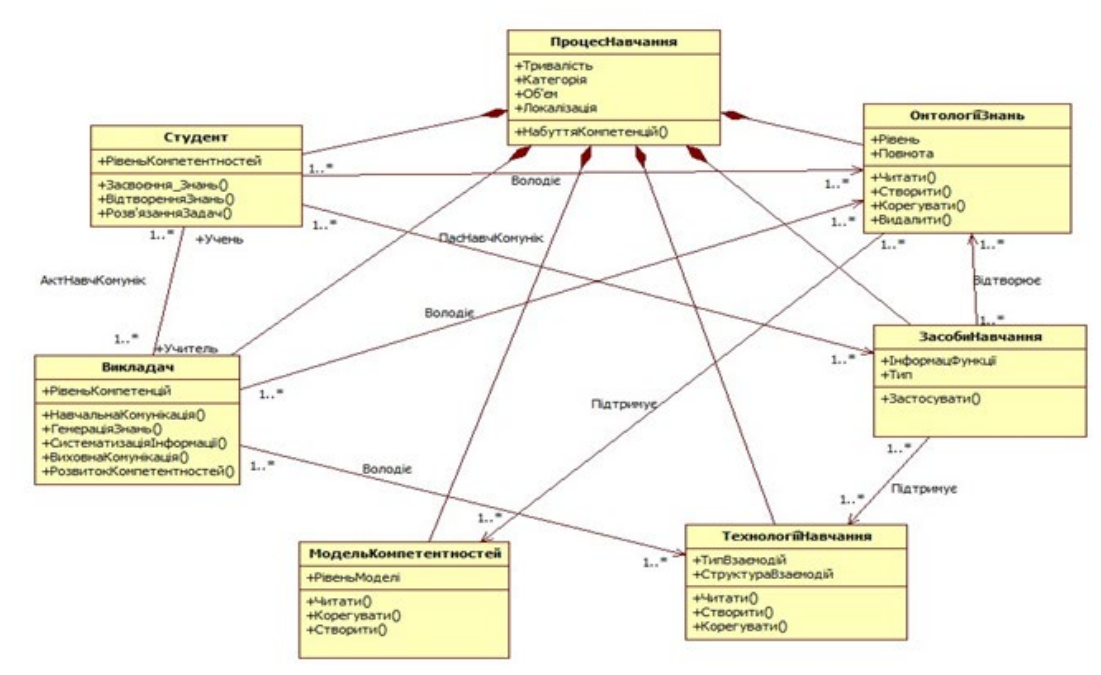


Рисунок 3 - Концептуальна діаграма класів об'єктів навчальних середовищ

Авторська розробка

Як видно з концептуальної діаграми класів об'єкти ГСП формують процесне середовище, управління яким забезпечують програмно-апаратні засоби ПУК. Ці засоби утворюють функціональні підсистеми відповідно до структури системних функцій, які були розглянуті вище.

З урахуванням логічних зв'язків між підсистемами архітектура ПУК набуває виду, показаного на рисунку 4. Головною особливістю наведеної архітектури комплексу є її масштабованість і адаптація до зміни умов підготовки ІТ-фахівців.

Для цього в системі передбачено формування динамічного процесного простору, в якому реалізується створення, збереження, актуалізація і виконання основних і допоміжних процесів ГСП.

В системі застосовується дві категорії процесів: регулярні процеси і проєкти. До першої категорії відносяться основні процеси ГСП - процеси навчання, які проєктуються як процеси з можливістю їх повторного використання. Вони складають основу навчального середовища ГСП і зберігаються в процесному репозиторії системи. При прийнятті рішення на



використання того чи іншого регулярного процесу він переводиться із статусу «спроектований» в статус «виконуваний» через застосування системної функції 2СФ «Планування».

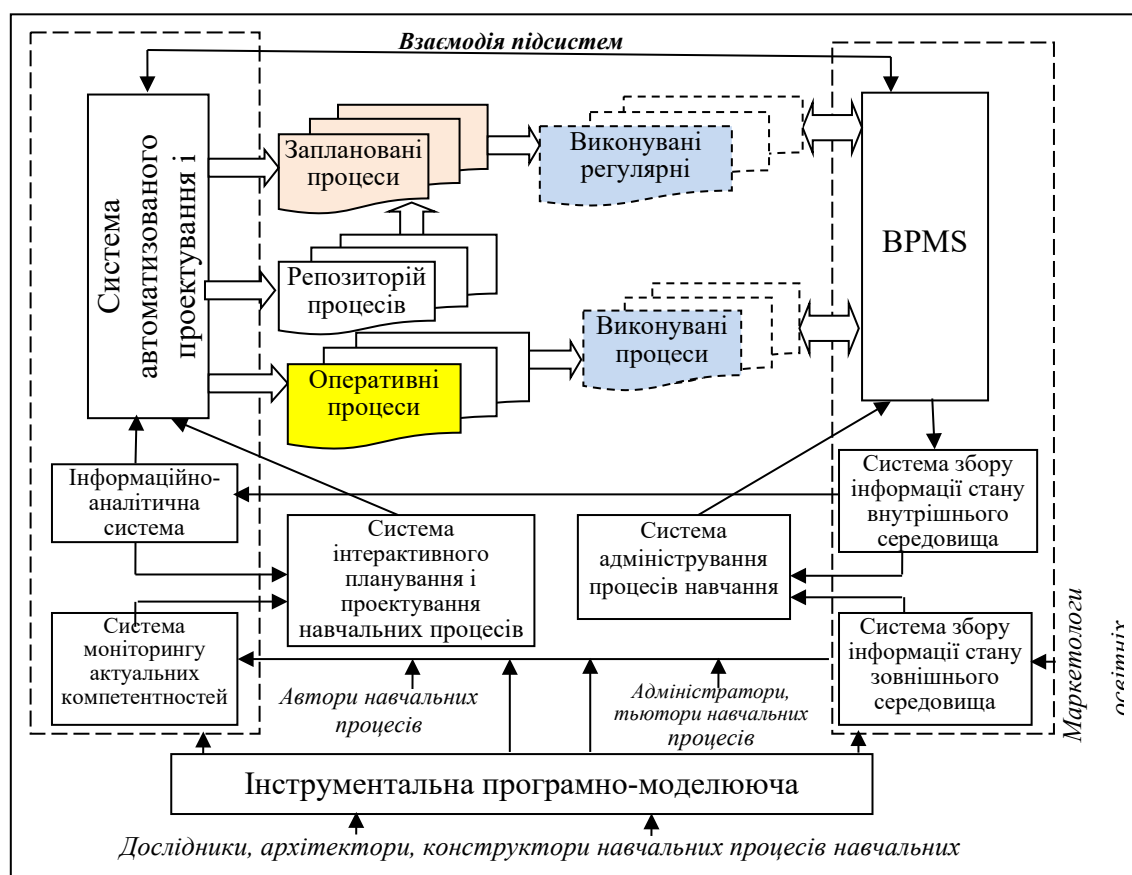


Рисунок 4 - Концептуальна архітектура ІСУК

Авторська розробка

Друга категорія процесів ГСП – проекти. Вони створюються безпосередньо перед їх використанням і, як правило, не передбачають збереження в репозиторії. При цьому застосовується системний функціонал 1СФ «САПР ГСП». Для підвищення оперативності створення таких процесів можуть застосовуватися типові проектні шаблони, або програмні фреймворки, на основі яких проектується дана категорія процесів.

Як перша так і друга категорія процесів переводяться у форму виконуваних процесів системною функцією 2СФ «Планування» і передаються до виконання в систему управління бізнес-процесами BPMS де реалізується системна функція 3СФ «Управління процесами». Дана функція реалізується в комп'ютерному



середовищі виконуваних процесів, яке створюється виконанням системної функції 2СФ «Планування». Функція 3СФ «Управління процесами» забезпечує відслідковування подій у виконуваних процесах і координує дії всіх учасників процесів відповідно до прийнятої технології їх виконання. В ході управління виконанням процесів система BPMS здійснює збір інформації про результати виконання процесів і передачу цих даних у систему збору інформації про стан процесного середовища. в результаті чого відбувається їх систематизація, накопичення і передача в інформаційно-аналітичну систему.

Головною функцією інформаційно-аналітичної системи є системна функція 5СФ «Аналітик», яка забезпечує формування різноманітних показників якості і ефективності навчальних середовищ відповідно до прийнятих в системі метрик оцінки стану навчальних процесів. Ці показники порівнюються з нормативними, які зберігаються в системі як цільові і формуються відповідно до моделей компетентностей, визначених освітньо-професійними стандартами. На основі розрахованих показників формуються також поточні моделі компетентностей тих хто проходить навчання в ГСП. Їх візуальна форма подається через відповідні інтерфейси адміністраторам і тьюторам системи ГСП для контролю і прийняття рішень щодо корегування навчального процесу.

Дієвість і ефективність створення і застосування ГСП підготовки суттєво залежить від рівня впровадження механізмів адаптації навчальних процесів до змін у актуальних моделях професійних компетентностей фахівців. В запропонованій архітектурі інформаційної системи дана функція реалізується шляхом створення середовища автоматизованого проєктування, реінжинірингу і перепроєктування навчальних процесів. Дане середовище реалізується інтерактивними процедурами проєктування регулярних процесів і проєктів з використанням програмних інструментальних засобів, які містяться у більшості сучасних систем моделювання і управління бізнес-процесами.

Як видно із запропонованої архітектури, вихідними даними проєктування, виступають поточні моделі компетентностей, які формуються системою підготовки в процесі її роботи, а також аналітичні дані зовнішнього середовища



у формі актуальних моделей професійних компетентностей фахівців. На основі зазначених вихідних даних здійснюються процедури проєктування навчальних процесів, які максимально наближають поточні моделі компетентностей ІТ-фахівців до їх актуального стану. При цьому максимально використовуються процеси із репозиторію, а також проєктні патерни і фреймворки для створення процесів проєктного типу.

Висновки.

Як показало проведене дослідження, проблеми створення і застосування гнучких систем підготовки в сфері підготовки ІТ-фахівців на сьогодні існує достатньо потужний арсенал методологічних, технологічних і програмних засобів, за допомогою яких можуть бути створені такі системи підготовки. Їх впровадження передбачає використання достатньо ефективних і дієвих програмно-апаратних засобів управління гнучкими системами підготовки. Водночас у значній мірі залишається невирішеною проблема створення і використання таких систем на єдиній методологічній основі, адаптованої до специфіки освітніх систем. На думку авторів, перспективним напрямком вирішення зазначеної проблеми є адаптація достатньо розвинуеного і ефективного інструментарію створення складних програмних систем до задач проєктування, планування і управління гнучкими системами професійної підготовки фахівців.

Література:

1. Абисова М., Кравчук М., Гурняк О. Цифровізація університетської освіти: дидактичний аспект // Інформаційні технології та засоби навчання, 2023. 93(1). – С.68-79. DOI: 10.33407/itlt.v93i1.5097
2. Інформаційні технології у вищій школі : Монографія / за заг. ред. Вакалюк Т.А., Литвинової С.Г. – Житомир: вид-во ФОП «О.О.Євенок», 2019. – 364 с.
3. Ніколаєнко, Я. М. Електронне освітнє середовище: світові тенденції розвитку онлайн-освіти // Державна науково-педагогічна бібліотека України імені В.О. Сухомлинського НАПН України, 2021. - С.90-95.



4. Потапчук О.І., Луцик І.Б., Гевко І.В., Буяк Б.Б. Реалізація концепції smart-університету в умовах дистанційної освіти // Інформаційні технології та засоби навчання, 2022. 92(6). - С.140-153. DOI: 10.33407/itlt.v92i6.5009

5. Саган, О. В. Гейміфікація як сучасний освітній тренд. Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології // Збірник наукових праць «Педагогічні науки», 2022. 100(2). - С.12–18. DOI: <https://doi.org/10.32999/ksu2413-1865/2022-100-2>

6. Семеніхіна, О. В., Юрченко, А. О., Сбруєва, А. А., Кузьмінський, А. І., Кучай, О. В., Біда, О. А. Відкриті цифрові освітні ресурси в галузі ІТ: кількісний аналіз // Інформаційні технології та засоби навчання, 2020. 75(1). – С. 331–348. DOI: 10.33407/itlt.v75i1.3114

Abstract The article addresses the issue of developing flexible training systems for IT professionals, driven by the growing gap between rapidly evolving technology domains and the inertia of traditional educational systems. The relevance of this study stems from the need to respond effectively to fast-changing labor market requirements and the necessity for updated professional competencies. The authors propose the integration of computer-aided systems to automate the design, planning, and management of educational processes. An overview of recent research in adaptive learning systems is presented, emphasizing the importance of transferring software engineering methodologies into the domain of professional education. A conceptual framework for a software-instrumental control complex (SICC) is introduced, consisting of subsystems for CAD of flexible training systems, BPMS-based process management, analytics, simulation, and administrative control. The system architecture distinguishes between two types of processes: reusable (regular) and project-specific. UML-based Use Case diagrams are used to depict the roles and interactions within the learning environment. The focus is on maintaining adaptability through dynamic process planning, analytical feedback, and reengineering of educational environments based on real-time competence models. The conclusions highlight the need to adapt object-oriented software development tools for improving flexibility, responsiveness, and effectiveness of professional training in the IT domain.

Keywords: flexible training; CAD; competencies; BPMS; adaptive learning; educational environment; knowledge engineering; learning processes; modeling; SICC.