

ІНФОРМАТИЗАЦІЯ СУЧАСНОГО НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ У ВИЩІЙ ШКОЛІ

У сучасному світі, який динамічно змінюється, роль інформації неможливо переоцінити. Швидкість і якість обміну інформацією стають критичними вже не тільки в банківській чи біржовій сферах, як це загальноприйнято вважати. Процеси інформатизації сьогодні охоплюють усі регіони земної кулі поза залежністю від суспільного ладу, стану політичних або економічних взаємовідносин. Головною відмінною рисою інформаційного суспільства XXI століття є експоненціальне збільшення ролі Інформаційних Технологій (ІТ) в переважній більшості галузей людської діяльності.

Підвищена увага світового співтовариства до даної тематики підтверджується наявністю широкого спектра фондів і програм, що стимулюють дослідження в галузях ІТ починаючи з базових теоретичних розділів Штучного Інтелекту (ШІ) і закінчуючи прикладними аспектами: наприклад, Керування Віртуальними Підприємствами (КВП), Електронної Комерції (ЕК) і Дистанційного Навчання (ДН), організації електронних Цифрових Бібліотек (ЦБ).

Вища освіта не може бути остронь магістралі, по якій рухається прогрес людства. Сьогоднішній рівень розвитку інформаційних технологій виводить процеси інформаційної взаємодії на якісно новий ступінь, коли основу такої взаємодії складають корпоративні, національні та інтернаціональні системи обміну і обробки інформації. В сфері вищої освіти національні інформаційні мережі існують в багатьох розвинених країнах, і досвід їхнього використання показує, що вони створюють ґрунт для ефективної взаємодії вищих навчальних закладів між собою і з державними органами, які регулюють цю галузь, що сприяє підвищенню якості як власне освіти, так і наукових досліджень, які здійснюються ВУЗами. Процеси впровадження інформаційних технологій, інформатизація ВУЗів у цілому, сьогодні надають вирішальний вплив на якісне поліпшення організації процесу навчання у вищій школі. Яскравими прикладами безпосереднього впливу ІТ на роботу зі студентом є поява методик і систем дистанційного навчання, широке застосування комп'ютера для проведення аудиторних занять на спеціальностях, що ще 3-5 років тому зовсім не асоціювалися з високими комп'ютерними технологіями: філології, юриспруденції, фізичній культурі і спорту і багатьох інших.

Дистанційна освіта сьогодні – це методологія, що є здатною неймовірно покращити ефективність усіх видів освіти як у академічних так і у професійних галузях. Інформаційні технології (ІТ) і Інтернет – це ті засоби, що забезпечують можливості та інфраструктуру для організації процесу дистанційного навчання в більш гнучкий, адаптований і ефективний спосіб. З'являються віртуальні університети (ВУ) і віртуальні центри професійної підготовки (ВЦПГ), які є яскравим прикладом того, як сучасні інтелектуальні розподілені програмні системи і ці ІТ, що забезпечують їх, надають можливість людям отримати реальну освіту.

Багато що робиться для впровадження сучасних комп'ютеризованих методик навчання в Запорізькому державному університеті. Університет має великий досвід у побудові й інтенсивному використанні інтегрованих інформаційних мереж на базі передових вирішень в галузі інформаційних систем, інтранет і інтернет. Сьогодні університет має одну з кращих Вузівських комп'ютерних мереж у країні. ЗДУ - член асоціації користувачів національної мережі освіти і науки (УРАН). Крім того, університет є єдиним представником із країн СНД і східної Європи в мережному проєкті Європейського співтовариства "AgentLink" по напрямку інтелектуальних інформаційних агентів.

Для успішної перепідготовки і сертифікації фахівців із комп'ютерних дисциплін, у ЗДУ створені й успішно функціонують сертифіковані курси. По цьому напрямку роботи і по проблемі 2000 університет є партнером Міжнародної мережної академії "Ланіт".

Політика формування парку ЕОМ у Запорізькому університеті завжди була достатньо гнучкою і враховувала специфіку ВУЗу. Головним моментом цієї політики, на який завжди зверталась пильна увага, є необхідність надання можливості одержати широкі концептуальні знання студентам, що вивчають курси, пов'язані з комп'ютерною технікою. Логічним наслідком такої орієнтації були наші спроби повного надання різноманітних архітектур як ЕОМ, так і операційних систем. Апаратні архітектури впродовж цих десяти років були репрезентовані такими ЕОМ: потужні ЕОМ загального призначення (Mainframes) для великої кількості користувачів; ЕОМ загального призначення середньої продуктивності для середньої кількості користувачів і спеціалізовані ЕОМ; малі і персональні ЕОМ.

Серед операційних систем, що в різний час використовувалась в ЗДУ, можна відзначити такі: IBM OS MVT і SVS, IBM VM/SP, UNIX на ЕС ЕВМ, ОС РВ на СМ ЕОМ, VAX VMS на СМ 5212, MS DOS,

UNIX, OS/2, WINDOWS NT, WINDOWS 95, 98, 2000, NOVELL на ПЕОМ.

Здійснювана університетом програма модернізації обчислювальних засобів і переходу до сучасних обчислювальних конфігурацій, мережних і системних рішень, привела до реалізації Інтегрованої комп'ютерної інформаційної мережі університету. Ця мережа містить в собі локальні мережі, побудовані на базі персональних робочих станцій IBM PC 486 та Pentium, котрі обслуговуються WINDOWS, WINDOWS NT, NOVELL і UNIX серверами, що надають розподілені локальні ресурси і вихід до глобальної мережі інтернет.

Методи проектування і реалізації інтегрованої мережі університету засновані на існуючих світових стандартах побудови корпоративних мереж і пройшли різноманітну апробацію в тому числі і за межами країни. Концепція побудови мережі ЗДУ доповідалась на міжнародній конференції "Світові технології в освіті - EduNet'97", семінарах ОЦ університету Мартіна Лютера, Галле, Німеччина. Концепція і перші результати побудови Уніфікованого інформаційного простору в інтегрованої мережі ВУЗу доповідалися та обговорювалися на декількох засіданнях Спеціалізованої робочої групи з Інтелектуальних інформаційних агентів Загальноєвропейського проекту AgentLink. Ці результати одержали позитивні відгуки.

Концепція побудови інтегрованої мережі ЗДУ базується на послідовному введенні до ладу черг цієї мережі з дотриманням принципів спадковості, однорідності, суміщення знизу догори. Мета концепції - перетворення інтегрованої мережі університету на повнофункціональну корпоративну систему регіонального рівня.

Базові принципи, що покладені до основи побудови мережі ВУЗу

В ролі базової платформи побудови інтегрованої інформаційної комп'ютерної мережі ЗДУ використана концепція Віртуального уніфікованого інформаційного простору - віртуальної комп'ютерної моделі сучасного підприємства (ВУЗу).

Найпоширеніше сприйняття користувачем комп'ютерної системи може бути продемонстровано наступною думкою: «Я нічого не розумію в комп'ютерах, крім того факту, що він (комп'ютер) повинен за мене думати...». Оскільки ми, мабуть, не маємо шансів перетворити більшість користувачів у розроблювачів програмного забезпечення, цей семантичний розрив існуватиме ще довгий час. Більш того, це скрутне становище в різних аспектах доступу до даних є причиною

додаткових витрат на навчання персоналу, затримок у програмуванні, і недостатності надійності і гнучкості програмного забезпечення. Тому, основною метою виконуваного нами проекту Віртуальний Університет є створення такого середовища для користувача, яке б мало засоби одержання ресурсів і вирішення проблем, що користувач, можливо, має намір одержувати або вирішувати; давала б інтуїтивно зрозумілі користувачеві інтерфейси з навігацією, що є природною для його області, прозорим і адаптивним способом інтегрувала в собі всі програми, засоби й інші програмні компоненти, що вже «думають за користувача».

У межах такої моделі і підходу до імплементації комп'ютерної мережі сучасного університету мають бути органічно поєднані як апаратні, так і програмні і інформаційні компоненти. З організаційної точки зору цей Простір має поєднувати різноманітні аспекти діяльності комп'ютерних користувачів починаючи з навігації по моделі університету і закінчуючи виконанням тих завдань, які в традиційних мережах користувач доручає комп'юторові шляхом виконання тих чи інших програм. Інформаційний простір, таким чином, може бути спроектований на ці точки зору користувача і дійсно має такі проєкції:

- навігаційну для забезпечення пересування і навігації по кампусу, корпусам, та їх поверхам, приміщенням, та офісам;
- організаційну для виконання навігації по структурі ВУЗу та взаємодії з підрозділами університету;
- функціональну для доручення Віртуальному простору виконання тих чи інших завдань, отримання тих чи інших даних або отримання доступу до різноманітних ресурсів інтегрованої комп'ютерної мережі.

Інтерфейси Єдиного інформаційного простору для Видавничого Центру ЗДУ зображені на рис. 1.

На сьогодні в університеті для вирішення різноманітних завдань, що виникають в навчальному процесі, під час виконання наукових досліджень, а також автоматизації деяких функцій керування ВУЗом достатньо широко використовуються комп'ютерні системи на базі персональних ЕОМ. Більшість робочих станцій працюють в складі загальноуніверситетської мережі або в одній із локальних мереж підрозділів.

В університеті приділяється велика увага впровадженню комп'ютерної обробки даних у різні сфери діяльності вузу. Комп'ютер у ЗДУ використовується для виконання наукових досліджень на

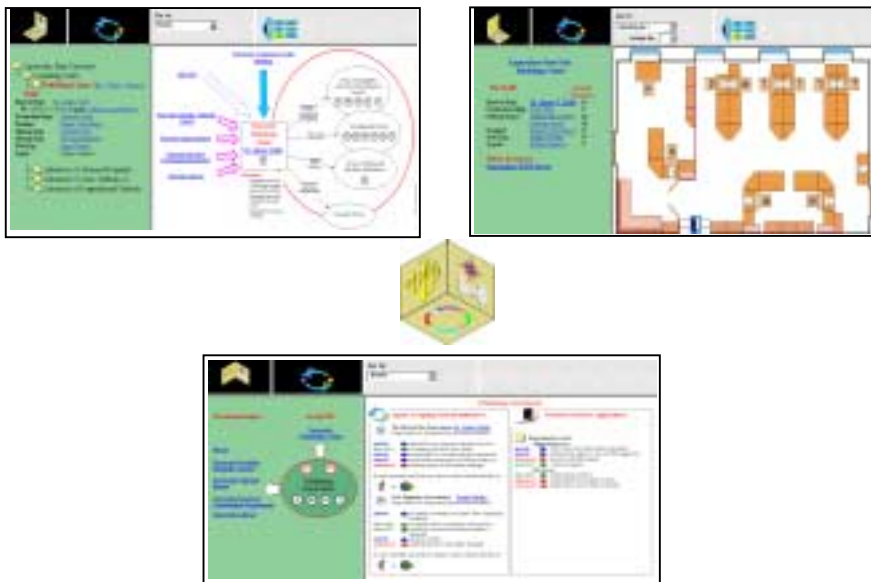


Рис. 1. Гіперкуб єдиного інформаційного простору для Видавничого Центру ЗДУ.

більшості факультетів: математичному, фізичному, біологічному, історичному, юридичному, філологічному, факультету здоров'я і спорту та інших. Курси ознайомлення з комп'ютером, інформатики слухають студенти всіх факультетів. Комп'ютер використовується для автоматизації робіт бухгалтерії, навчального відділу, для виконання видавничих робіт, для обліку даних про абітурієнтів, які вступають до вузу.

У планах вузу з розвитку засобів автоматизації управління і адміністрування діяльності університету стоять такі завдання:

- розробка інтегрованої інформаційної системи "Студент" з можливістю повного обліку і аналізу різних показників у навчальному процесі, наукової та іншої діяльності студентів;
- розробка програмних засобів аналізу фінансового стану вузу з використанням інтегрованої бази даних вузу;
- розробка і впровадження програмового забезпечення для кадрового обліку і аналізу вузу з використанням інтегрованої бази даних вузу;

- розробка і впровадження загальноуніверситетської інформаційної системи на базі Internet - Intranet-технологій.

Частина цих завдань реалізована в процесі створення другої черги інтегрованої мережі університету.

Серед найважливіших перспективних напрямків наукових досліджень, пов'язаних з інтенсивним використанням комп'ютерної обробки даних, потрібно назвати такі завдання:

- створення інструментальних програмних систем розв'язання задач математичної фізики;
- розробка графічних програмних засобів тривимірного моделювання довільних об'єктів і графічної візуалізації результатів експериментів;
- моделювання і аналіз процесів у складних електричних і електромеханічних системах;
- розробка програмових засобів прогнозування розвитку процесів у складних багатофакторних системах;
- комп'ютерне моделювання структур атомів і кристалічних решіток.

У навчальному процесі, пов'язаному з викладанням комп'ютерних дисциплін, найважливіше, і, отже, перспективне включення сучасних програмових засобів, знання яких буде потрібне майбутньому спеціалісту для успішної роботи у різноманітних сферах діяльності:

- повного спектру операційних систем – від операційних систем персональних ЕОМ до операційних систем і обслуговуючих програм великих обчислювальних комплексів;
- систем управління базами даних для різних завдань і обчислювальних конфігурацій;
- засобів організації, адміністрування і роботи з різними видами локальних і глобальних мереж;
- повного спектру систем програмування для різних архітектур ЕОМ.

Найважливішим напрямком у впровадженні ІТ в навчальний процес сучасного ВУЗу в університеті вважають широке використання технологій дистанційного навчання на базі Єдиного Інформаційного Простору і забезпечення студентів електронними навчальними посібниками через інтранет та інтернет.

Резюмуючи положення базової концепції побудови обчислювальної інфраструктури Запорізького університету, підкреслимо принципи організації мережі, які лежать в основі її проектування, реалізації і подальшого розвитку.

Спадкоємність і однорідність: Одним із найважливіших принципів, покладених у концепцію і реалізацію інтегрованої мережі ЗДУ, є вимога спадкоємності, поетапної сумісності і функціональної однорідності інфраструктури мережі. Логічним наслідком виконання цього принципу є використання попередніх версій комплексу мереж як базових для побудови наступних версій. Не менш важливо забезпечити найбільш повну сумісність усіх компонентів корпоративної мережі як на фізичному, так і на функціонально-логічному рівні. Важливішим наслідком із цього принципу є однорідність і прозорість сітьових і інформаційних інтерфейсів для всіх організаційних компонентів вузу. Використання принципу фізичної і функціонально-логічної однорідності дозволяє також організувати і автоматизувати уніфікацію, персоніфікацію, авторизацію, адміністрування і розподіл корпоративних, інтегрованих і локальних сітьових ресурсів на всіх рівнях взаємодії.

Принцип першого керівника: Для успішної реалізації проекту корпоративної мережі і зняття можливих проблем і суперечностей у супроводі і адмініструванні цієї інфраструктури необхідне створення мобільної структури у межах вузу. Вітчизняний і світовий досвід супроводження і адміністрування корпоративних мереж і систем говорить про те, що така структура повинна мати пряме підпорядкування першому керівникові підприємства – ректору у ВУЗі.

Перспективне планування: Для забезпечення цілісності концепції розвитку корпоративної мережі і задоволення принципів спадкоємності і однорідності необхідно на кожному етапі роботи мати чітку уяву про те, які завдання будуть розв'язані в першу чергу.

Розглядаючи і плануючи перспективи розвитку інтегрованих систем комп'ютерної обробки даних в університеті, ми акцентуємо такі важливі напрямки:

- **Повне оснащення науково-дослідних підрозділів університету сучасною комп'ютерною технікою.**

Для виконання наукових досліджень різним підрозділам необхідні обчислювальні ресурси різної потужності з різними функціональними можливостями. Для виконання робіт у гуманітарних напрямках, де комп'ютер використовується для виконання функцій зберігання і

пошуку інформації, досить мати мережові робочі станції на базі ПЕОМ з доступом як до інтегрованої університетської бази даних, так і до світових серверів даних через INTERNET. Для виконання робіт з комп'ютерного моделювання, що вимагають значних обчислювальних потужностей й зміцнених графічних можливостей, необхідні робочі станції на базі RISC - процесорів з розвиненими дисковою і графічною підсистемами, які працюють під керівництвом операційних систем, більш важливих з функціональної точки зору, ніж WINDOWS 98 - 2000.

- **Створення інтегрованої загальноуніверситетської обчислювальної системи.**

Більшість з перерахованих вище завдань, які стоять в перспективному плані ЗДУ, вимагають наявності та інтенсивного використання єдиних інформаційних та обчислювальних ресурсів. Підтримку цих ресурсів, що впливає з загальновідомих принципів побудови корпоративних систем, раціонально здійснювати за допомогою однієї або кількох потужних ЕОМ. Для умов університету як така Mainframe машина цілком підходить ЕОМ типу IBM ES 9000 з оперативною системою VM/SP.

- **Подальше поширення й розвиток каналів зв'язку і комп'ютерних мереж.**

Оснащення підрозділів університету комп'ютерною технікою неминуче потребує прокладання нових високошвидкісних ліній зв'язку як для організації локальних мереж в підрозділах, так і для приєднання їх до загальноуніверситетських серверів. В ЗДУ на інтрарівні використовуються принципи структурованої кабельної системи з резервуванням альтернативних каналів (оптоволоконна магістраль АТМ і альтернативно радіомережа верхнього рівня). На зовнішньому рівні університет має альтернативні наземні канали інтернет для передачі запитів і даних, а також потужний супутниковий канал для прийому інформації.

- **Охоплення повного спектру операційних систем.**

Для повного охоплення в навчальному процесі класичного університету всього спектру сучасних програмних засобів необхідно проводити навчання на обчислювальній техніці різних архітектур з використанням таких найпопулярніших операційних систем, як OS/2, UNIX, X-WINDOWS, VMS, VM/SP. Не вважаючи на те, що базовою для університетської мережі є операційна система MS WINDOWS NT, ми багато робимо для того, щоб перелічені програмні середовища були присутні у студентських комп'ютерних класах.

Агент-орієнтовані моделі і технології дистанційного навчання

В ЗДУ на протязі декількох років ведеться наукова і практична робота із побудови підходу, що застосовує формальне середовище, засноване на агентах, для розробки Інформаційного Простору Віртуального Університету (ІПВУ) [1], ІПВУ населений агентами, які створюють суспільства для підтримки і виконання процесів дистанційного навчання.

Основна ідея, що лежить у фундаменті даного дослідження, була запропонована в ICDT-моделі Стратегії Бізнесу у Інтернет [1]. Концепція ІПВУ відрізняється від подібної ідеї Віртуального Інформаційного Простору (Virtual Information Space) в моделі ICDT, яка визначає простий канал для відображення і доступу до інформації. В рамках нашого дослідження під ІПВУ розуміється віртуальний посередник, організований на верхньому рівні багат шарової ІС, що поєднує ієрархію розподілених, неоднорідних, взаємодіючих функціональних компонент (відділів) і розподілені неоднорідні інформаційні ресурси (ІС локального використання). Люди використовують ІПВУ як модель ВУ і спілкуються з нею за допомогою уніфікованого візуального Інтранет-інтерфейсу (УВІІ) [1]. Концепції ІПВУ і УВІІ близькі за змістом до відомих підходів до розробки Населених Інформаційних Просторів [2]. В ІПВУ мешкають активні функціональні компоненти (мультиагентні системи (МАС) та агенти - учасники), які займають відповідні організаційні клітинки на різних рівнях. З організаційної точки зору ці компоненти є віртуальними бізнес-об'єктами, що виконують бізнес-процеси як потоки робіт, в термінах, наприклад, середовища підприємства (Enterprise Framework) [3].

Особливістю пропонованого формального підходу є спроба промоделювати процеси дистанційного навчання як бізнес-процеси в рамках віртуального університету. Бізнес-процеси в свою чергу моделюються як процеси інформаційного обміну між різними типами користувачів-людей та різноманітними активними функціональними системами/компонентами, представленими як МАС/агенти, що мають відповідними ролями і розподілені в Інтернет. Середовища, архітектури і їх реалізації для моделювання бізнес-процесів і управління в рамках Віртуального Університету сьогодні набувають значного поширення та дослідження (наприклад, див. [4-5]). Але, та різноманітність процесів, з якою ми зустрічаємось в реальному житті, показує, що дуже важко моделювати їх більш-менш статичними засобами, наприклад, такими, що пропонуються в ROOM, моделях

ролей OOFRam [5], середовищі, заснованому на CTL [4], ICRF [6]. Парадигма використання агентів, на нашу думку, пропонує вихід із цього світу наперед заданих потоків робіт і специфікацій ролей. Даний підхід використовує метафору динамічних суспільств агентів¹, для того, щоб використовувати кращі засоби для моделювання внутрішньої динаміки Предметної Області. Цей підхід близький до підходу, використаного в середовищі RETSINA [8] для адаптивної взаємодії між командами агентів, що дозволяє вирішувати завдання по прийняттю рішень і управлінням інформацією. В рамках запропонованого підходу агенти є учасниками різних статичних MAC, які представляють постійно існуючі відділи університету. Відділи спілкуються між собою за допомогою так званих агентів-посередників (Proxu Agents), що діють як виконавці, але мають деякі зовнішні функції та додаткові шляхи комунікації. В свою чергу, посередники формують MAC університету більш високого рівня. На нижньому рівні кожний агент-учасник MAC відділу може бути розширений в підпорядковану MAC з тією ж архітектурою. Оскільки ці моделі відділів представляють функціональні відділи університету, вони були розроблені так, щоб "вміти" виконувати належні завдання стосовні свого відділу. До таких завдань належать завдання отримання інформації, інтеграції, обміну і посередництва. Ролі агентів [9] є більш-менш статичні, оскільки агенти здатні виконати задані набори атомарних робіт (політик). З другого боку, здатності агентів змінюються з часом, як змінюються їх накоплені досвід та обмеження, в яких вони працюють. Більш того, агенти в рамках MAC динамічно формують коаліції, які називаються суспільствами агентів, для виконання тієї чи іншої роботи. Запропонований підхід використовує діакоптичне середовище MAC [9], модель виконання завдання суспільством агентів [10]. Розробка дизайну для користувачів - людей базується на концепції УВП [11].

Легко бачити, що проблема моделювання віртуального або реального університету засобами ПВУ, в якому мешкають MAC, має два аспекти. З одного боку, це проблема налагодження семантичних, операційних і психологічних зв'язків між виконавцями-людинами та їх штучними дублерами, а також між агентами. З другого боку, це проблема інтеперабельності між неоднорідними розподіленими компонентами - тобто операційної комунікації, спільної роботи і координації між цими учасниками. Ця проблема ускладнюється, якщо

¹ Бізнес-процеси розглядаються, наприклад, у Jennings et al 7 в проєкті ADEPT як Суспільство агентів, що торгуються.

прийняти до уваги аспект еволюції штучних акторів (так само, як відповідних інформаційних ресурсів, представлених у різних моделях даних)

В цій роботі ми не будемо розглядати ані питання семантичних аспектів (представлення онтологій, інтероперабельність, спільне використання знань тощо), ані питання координації в рамках динамічних суспільств агентів. Ми сконцентруємось на операційних питаннях і на моделі еволюціонування, а також на питаннях припустимості використання даного підходу в дистанційному навчанні.

Моделювання процесів інформаційного обміну в сучасному ВУЗі

Функціональна проекція ЕІП населена МАС, що представляють функціональні системи і компоненти на різних рівнях. Агенти – учасники динамічно формують проблемно-орієнтовні суспільства для виконання завдань отримання інформації, інтеграції, посередництва і обміну, що з'являються у рамках МАС на одному чи іншому рівні.

В реальному житті такі завдання розділяються і виконуються групами функціональних компонентів. Традиційні моделі процесів інформаційного обміну часто базуються на структурованих наборах жорстких відношень між функціональними вузлами. При моделюванні з використанням більшості середовищ вищезазначені завдання (потоки робіт) представляють як плани – наперед задані орієнтовані графи, мережі Петрі [12] та ін. Такі підходи часто є надто статичними. Наприклад, розглянемо процес обговорювання результатів лабораторних робіт (з курсу хімії). Такий процес не завжди можна промоделювати у вигляді ієрархії жорстко розміщених акторів. Люди часто використовують більш м'які відносини: мозковий штурм, неформальна дискусія, тощо. Друга вада традиційних підходів це те, що жорсткі моделі відношень не є масштабованими. Велика перевага моделі виконання плану [10] використана у нашому середовищі – це відсутність статичних наперед заданих специфікацій завдань.

Завдання, в рамках нашого підходу, “викликаються” агентом-посередником і виконуються агентами середнього рівня². Агенти середнього рівня динамічно формують суспільства для виконання

² Агенти середнього рівня в рамках даного підходу розуміються як такі, що приймають участь у виконанні завдань зсередини МАС відділу і не мають прямого зв'язку із зовнішнім світом. Використана нотація близька до нотації, прийнятої у середовищі RETSINA [9,17].

наявних завдань. Агент приєднується до суспільства тоді і тільки тоді, коли він сприймає вхідні дані, що містять (під)множину атомарних робіт (частину завдання) для виконання. План виконання завдання уточнюється в подробицях під час процесу покрокового виконання завдання. Процес впроваджується командою агентів-учасників, діючих у кооперації один з одним. Агент-координатор виконує функції координації дії команди агентів і відображає діяльність кожної команди. Агенти – учасники суспільства діють як моделі функціональних компонентів відповідних об'єктів реального світу.

Середовище для моделювання процесів інформаційного обміну складається із таких компонент: модель компоненти/функціональної системи [9], модель процесу [10], родова модель агента⁹, модель комунікації [9], модель кооперації і модель еволюції.

Актори у середовищі і є інтелектуальними (раціональними – у Nwana [13]) програмними агентами, здатними спілкуватися один із одним за допомогою означеної множини комунікативних актів з параметричними відгуками [10,11]. Вважається, що завдання – це набір атомарних робіт. Кожний актор (агент) здатен виконати деяку атомарну роботу із множини дозволених атомарних робіт функціональної системи. Ці здатності формують роль відповідного агента. Нотація ролі, використана у нашому середовищі [9], близька до нотації, прийнятої у ICRF [6].

На рівні агента середовище забезпечує ключові характеристики агента: розміщеність, автономія, раціональність і адаптованість. Агент приймає зовнішній вплив, перевіряє, чи узгоджується цей вплив із роллю агента і чи відповідає його поведінці, і виконує необхідну макромодельну програму – виконує або відхиляє атомарну роботу. Функція макромоделі полягає також у тому, щоб раціонально сформулювати відгук, що містить отримані результати. Результати можна представити як функції від параметрів вхідного впливу.

Формально (деталі див. у [10, 18]) узагальнений агент є реактивним, раціональним, складається із сенсорного інтерфейсу, що сприймає зовнішній вплив, з каскаду із трьох скінченно-станових машин для верифікації вхідного впливу, локальної бази знань і блоку виконання макромоделі. Узагальнений агент є операційною оболонкою, що забезпечує кістяк будь-якого агента середовища. Агенти спеціалізуються на базі множин макромодельних програм, що відповідають їхнім ролям. Макромодельні програми вважаються політиками агентів і зберігаються у її локальних базах знань.

На рівні комунікації вважається, що агенти, які приймають участь в процесі виконання завдання, спілкуються за допомогою таких актів спілкування (див. [9], де є формальна специфікація цих актів):

- **Директива** - процедура, яка змушує учасника безумовно виконати атомарну роботу.
- **Детермінований запит** - процедура, яка змушує учасника виконати атомарну роботу і повернути результати роботи.
- **Детермінований запит із аналізом результатів** - процедура, яка змушує учасника виконати детермінований запит і аналізує параметричні результати, отримані як реакції агенту - учасника.
- **Недетермінований запит із аналізом результатів** - процедура, яка передає запит всім учасникам суспільства агентів, в разі, якщо агент - виконавець атомарної роботи заздалегідь невідомий. Потім результати відгуків порівнюються і виконується належна дія

Ці комунікативні акти узгоджуються із можливостями ACL [14] і KQML [15].

На рівні функціональної системи були зроблені деякі базові припущення для того, щоб спростити середовище і надати бажаний рівень реактивності агентів. Учасники функціональної системи вважаються жорстко орієнтованими на командну роботу і "чесну гру". Успішне виконання завдання має більший пріоритет ніж локальні цілі окремих агентів. Агенти, що приєднуються до суспільства, обмежені тим, що мають видавати вірні результати навіть якщо це не узгоджується з їх локальними цілями.

Модель функціональної системи, а також і модель функціонального компонента системи будується на ідеях "узагальнення" і "абсорбції" атомарних робіт із множини дозволених робіт $W = \{w_1, w_2, \dots\}$ цієї функціональної системи. Вважається, що сенсорний вхід функціональної компоненти i приймає завдання $W_i \subseteq W$. Деяка частина цього завдання (атомарна робота W_i^p) може бути виконана ("абсорбована") конкретною компонентою, а інші частини завдання або направляються іншим компонентам системи W_i^d , в тому випадку, якщо функціональна компонента знає кому переслати ці роботи, або відхиляється W_i^r . Функціональний компонент може створити додатковий набір атомарних робіт W_i^g для завершення

виконання роботи W_i^P . Ці роботи W_i^g , разом із W_i^d , далі направляються іншим компонентам:

$$W_i \rightarrow F_O^i(W) \rightarrow \tilde{W}_i, \quad (1a)$$

де: $W_i = \{W_i^P, W_i^d, W_i^r\}$, $\tilde{W}_i = \{W_i^d, W_i^g\}$, $F_O^i(W)$ - макромоделна програма.

В спеціальному випадку компонента i може створити новий набір робіт W_i^g , навіть якщо вхідного впливу W_i не було, тобто, компонент може “викликати” нове (під)завдання:

$$F_O^i(W) \rightarrow \tilde{W}_i, \quad (1b)$$

де: $\tilde{W}_i = \{W_i^g\}$, $F_O^i(W)$ - макромоделна програма.

Тому, завданням для кожного функціонального компонента/моделі системи є відповідне виконання (1a) і (1b). На даний момент наша модель обмежується таким правилом, що тривалість виконання кожної атомарної роботи $w_j \in W$ - це заданий проміжок часу Δt . Але, вочевидь, це обмеження не є дуже сильним і може бути знято у майбутньому.

Функціональна система призначена для виконання процесів. Процес позначимо як потік виконання завдання. Процес Π_a починається із створення нового завдання $W_a \subseteq W$. Завдання W_a , а також додаткові завдання \tilde{W}_a пов'язані із процесом Π_a і помічені унікальним ідентифікатором цього процесу. Компонент вважається **пов'язаним з процесом** Π_a тоді, коли цей компонент може виконати частину завдання W_a , \tilde{W}_a , або може створити роботу W_a^g . Агент, що представляє цей функціональний компонент, **входить до суспільства агентів, виконуючих завдання**.

Процес Π_a вважається виконаним, якщо всі компоненти припинили абсорбувати атомарні роботи всіх завдань, пов'язаних з процесом Π_a . Множина робіт $W_{\Pi_a}^z$, не абсорбована процесом Π_a , помічається як **множина робіт, що не можуть бути виконані**.

Моделювання процесу Π_a (в усталеному режимі) проводиться із застосуванням схем (1b) і (1a) до усіх компонентів системи, до тих пір, як весь процес не виконаний.

Залежність $F_O^i(W)$ моделюється в рамках узагальненій моделі агента [9], або за допомогою будь-якого подібного методу. Вимогою для цієї частини функціональної компоненти є адекватне виконання схем (1b), (1a).

На практиці буде розумніше обмежити множину дозволених атомарних робіт, що їх виконує система, а також вважати, що ця множина є скінченною: $W = \{w_1, w_2, \dots, w_\sigma\}$. Тоді моделювання роботи функціональної системи у цілому по виконанню завдання організується як дворівневий процес, що виконується поступово, в дискретні проміжки часу $t_n, t_{n+1} = t_n + \Delta t$.

Нехай $W = \{w_1, w_2, \dots, w_\sigma\}$ - множина припустимих атомарних робіт функціональної системи.

На першому (верхньому) етапі виконується збирання станів всіх компонент в об'єднану модель системи станів в період $t_n + \Delta t$.

Ця об'єднана модель має вигляд матриці $\Omega(t_n + \Delta t)$ розмірності $m \times \sigma$, де m - це кількість компонентів системи, а σ - це кількість атомарних робіт в завданні W . Строки матриці Ω є векторами $\Theta_i = \{k_1, k_2, \dots, k_j, \dots, k_\sigma\}$, що відображають стани компонентів, де k_j - це стан компонента i при виконанні атомарної роботи w_j . В найпростіших випадках, роль параметра k_j може бути такою:

$k_j = 0$ - компонент зараз виконує атомарну роботу w_j ;

$k_j = l > 0$ - компонент зараз виконує атомарну роботу w_j і ще l таких самих робіт чекають у черзі;

$k_j = l < 0$ - компонент був здатен, але не виконав l атомарних робіт w_j (тобто, був "ледачий").

Матриця станів системи $\Omega(t_n + \Delta t)$ формується агентом-координатором із матриць \mathbf{K}_i (розмірності $m \times \sigma$), які представляють стани компонентів. Матриці \mathbf{K}_i створюються виконавцем

макромодельної програми $F_O^i(W)$ моделі компоненти на другому етапі моделювання так, щоб забезпечити вхідні дані для формули:

$$\Omega = \sum_{i=1}^n \mathbf{K}_i . \quad (2)$$

Функціональний компонент може перенаправити собі одну чи більше робіт w_j із завдання W_i для виконання у наступний момент часу. В цьому випадку вектор D_a затримок роботи над процесом Π_a поновлюється так:

$$D_a[j] = D_a[j] + 1 \quad (3)$$

На другому (нижньому) рівні кожна компонента системи (агент) створює \mathbf{K}_i . Ці компоненти, як було зазначено вище, моделюються вільно ($F_O^i(W)$), але так, щоб вхідна інформація для компоненти i була така: вектор Θ_i , матриця $\Omega(t_n)$ та матриця \mathbf{K}_i , означені на попередній момент часу t_n . Матриця \mathbf{K}_i будується згідно з правилом, поданим на Мал.3 і тому відображає поведінку компонента за інтервал часу $]t_n, t_n + \Delta t]$,

де:

$k_{lj}, l \neq i$: **1** – компонента i віддає роботу w_j компоненті l ,

0 – в іншому випадку

k_{ij} : **-1** – компонента абсорбує (або здатен

виконати) роботу w_j за проміжок часу

$]t_n, t_n + \Delta t]$,

1 – компонента i віддає роботу w_j собі,

0 – компонента i не може виконати

роботу w_j за даний проміжок часу

$]t_n, t_n + \Delta t]$.

Аналіз значень $\Omega(t_n)$ може забезпечити уніфіковану оцінку завантаженості компоненти, розподілення “ледачих” станів у кожний

інтервал часу $[t_n, t_n + \Delta t]$, і тому розмірковувати про необхідність зміни поведінки компоненти $F_O^i(W)$ в майбутньому.

Еволюція акторів і їх ресурсів

Одна із найголовніших характеристик ВУ - це його здатність змінюватися. Середовище для моделювання ВУ повинно мати засоби для роботи із змінами, що з'являються у реальному світі – треба використовувати моделі, що здатні підтримувати різні типи еволюції. С точки зору даного дослідження, під еволюцією розуміється процес проактивного саморозвитку і самоадаптації інтелектуальних активних компонентів (агентів) відповідно до змін у тому середовищі, де вони мешкають – тобто, у ПІВУ.

Дане середовище підтримує :

- Зміни у обмеженнях на стан агента – *здатності* до виконання роботи
- Зміни у концептуалізаціях (уявленнях) агента про своїх партнерів – учасників суспільства виконавців завдання
- *інформаційних ресурсах і їх метаданих*

Згідно із [9] **еволюція здатностей** – це процес переходу агента (скажімо, A) із одного стану s_i в інший s_j . Агент A як автономний об'єкт, виконує ці переходи згідно із рішеннями, які він сам прийняв під час виконання тієї чи іншої атомарної роботи. Внаслідок цього “манера” виконання агентом A політики f , а також обмеження на політику вхідних параметрів X_f , залежить від стану агента A . Тому, еволюція агента – це еволюція його ролі.

Множина станів агента A : $S_A = \{s_1, \dots, s_n\}$ - це множина триплетів $s_i, i = 1, \dots, n$:

$$s_i = \{r(X_A), q(F_A), t(F)\}, \quad (4)$$

де:

$r(X_A)$ - множина обмежень, що застосовуються в стані s_i до системних параметрів X_A агента A (обмеження на параметри),

$q(F_A)$ - множина обмежень в стані s_i до авторизованих політик агента A (обмеження на політики),

$t(F)$ -функція, що визначає переходи зі стану s_i до інших дозволених станів із S_A , які з'являються після виконання агентом A політик $F = \{f_1, \dots, f_j, \dots, f_m\}$.

Еволюція уявлень близько пов'язана з обстеженням можливостей учасників суспільства по виконанню завдання. Згідно з [10, 11] комунікація між агентами і виконання роботи організована через параметричні відгуки, що містять інформацію про наявні можливості щодо виконання конкретної роботи. Можливість, що повертається виконавцем A користувачу B , це функція від параметрів завдання (політики) $c_A^f = c(X_f)$, $c_A^f \in [0,1]$. Агент (який представляє функціональний компонент реального світу) обстежує можливості своїх співробітників для того щоб назначити роботи виконавцям із вірогідно кращими можливостями у майбутньому. Уявлення про вірогідні можливості агентів-співробітників мають вигляд матриці:

$$C = \begin{matrix} & w_1 & \dots & w_j & \dots & w_m \\ \begin{matrix} A_1 \\ \dots \\ A_i \\ \dots \\ A_n \end{matrix} & \begin{bmatrix} c_1^1 & & c_1^j & & c_1^m \\ & \dots & & \dots & \\ & & \dots & c_i^j = c_{A_i}^{w_j}(X_{w_j}) & \dots \\ & & & & \dots \\ c_n^1 & & c_n^j & & c_n^m \end{bmatrix} & \end{matrix}, \quad (5)$$

де розмірності n і m зростають в процесі еволюції, відображаючи появлення нових знань про агентів-співробітників (n) і про роботи, які вони, можливо, зможуть виконувати. Верхня границя розмірності n - це кількість агентів-учасників МАС, яку контролює володар матриці C . Максимальне значення m - це розмірність множини W дозволених атомарних робіт вищезазваної МАС.

Зміни в даних і метаданих інформаційних ресурсів підтримуються локально відповідними розподіленими інформаційними системами – постачальниками інформації. В рамках нашого підходу постачальників інформаційних ресурсів представляють агенти – оболонки, які еволюціонують відповідно до змін. Агенти-оболонки є учасниками (агентами середнього рівня) МАС відділу.

Конкурсний відбір і тестування аспірантів агентами віртуальної кафедри

Для аналізу припустимості використання даного підходу к дистанційному навчанню і створенню ВУ розглянемо процес набору аспірантів. Головною причиною вибору саме цього прикладу було прийняття того факту, що ВУ повинен саморегулюватися для того, щоб бути успішним. Процеси управління ВУ потребують аналізу відгуків від процесів дистанційного навчання та викладання, для того, щоб виконати вимоги студентів. З другого боку, процедури доставки курсів і інших відомостей студентам, потребують зворотного зв'язку із блоками керування ВУ. Набір аспірантів можна розглянути як управлінську процедуру (наприклад, як набір співробітників). Нижче буде показано, що цей процес забезпечить нові відомості про курсі, які необхідно ввести.

Будемо вважати, що пошукачі (ті, що бажають стати аспірантами) можуть працювати з ПІВУ, контактуючи із факультетами, які вони обирають, через агентів – посередників, і виражати свою потребу бути аспірантом.

Заздалегідь зазначимо, що віртуальна кафедра - це МАС, що складається принаймні з таких акторів (Рис. 2):

- Секретар – Агент-Посередник (РА);
- Професори (PRA), Асистенти (AA), розроблювачі курсів (CMA), Бібліотекар (LA) – агенти середнього рівня.

МАС факультету також містить сервісні блоки, що забезпечують масштабованість, координацію та спільне використання знань між функціональними акторами: це – Агент Клонування (CA), Агент Координації (COA) з його Простором Спільних Знань (ПСЗ) і Агент Онтології (OA).

Роль СА в даній задачі - клонувати Агентів Викладачів (ТА)кожний раз, коли агент-посередник “створює” нове завдання - опрацювати запит нового пошукача.

Сценарій прийому аспіранта

При розробці сценарія прийому пошукача в аспірантуру були зроблені такі припущення: усі учасники процесу прийому - пошукачі, професори, та ін. знаходяться на зв'язку під час виконання всього сценарію, а також всі потрібні роботи виконуються за короткий час.

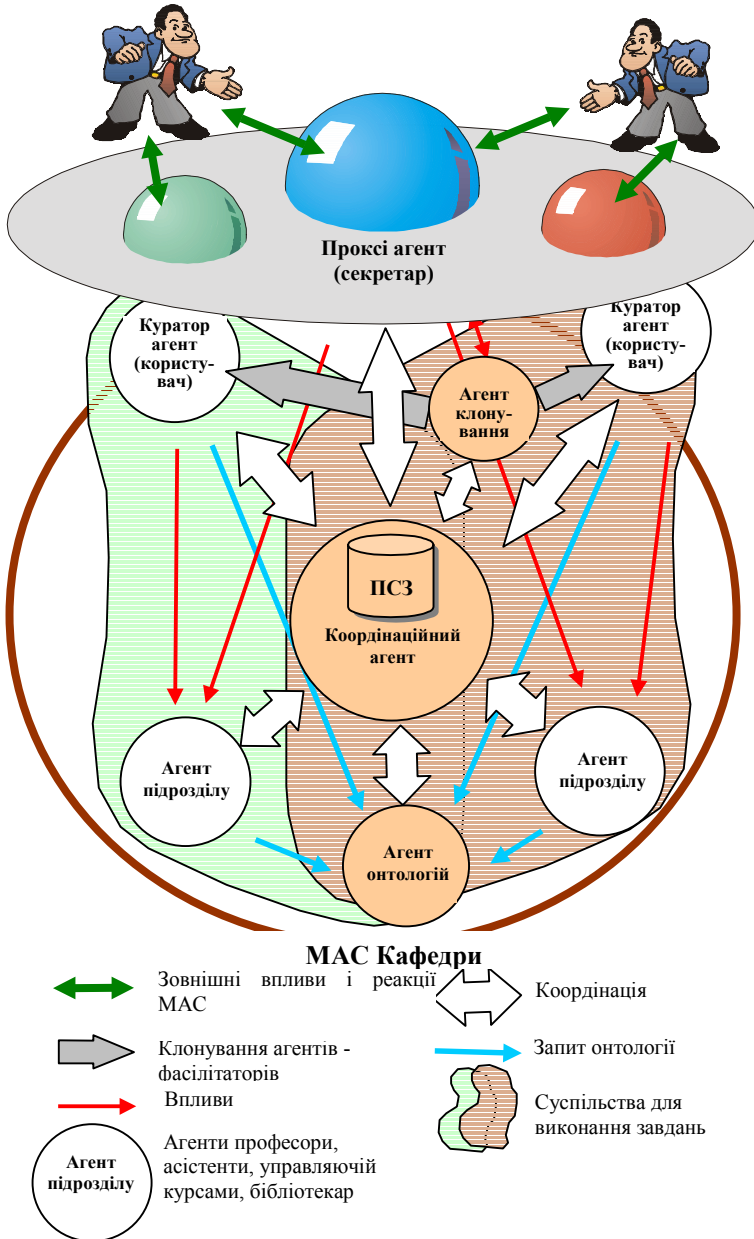


Рис. 2 Структура MAC віртуальної кафедри

Ми вважаємо, що процедура прийому в аспірантуру складається із таких етапів:

- Пошукач надсилає своє резюме і підтверджує своє бажання навчатися у аспірантурі
- Резюме аналізується і знаходиться Професор, який більш за інших підходить цьому пошукачеві
- Пошукач складає тести, підготовлені обраним Професором
- Цей пошукач, що успішно склав тести, проходить інтерв'ю і приймається до роботи над дослідницьким проектом
- Професор і його асистент готують індивідуальний графік роботи аспіранта, а також, перелік літератури, що йому необхідно прочитати.

Діяльності агентів в цьому процесі можуть бути такими:

Етап 1. Встановити зв'язок і прийняти резюме.:

РА приймає зовнішній вплив і генерує нове завдання. Перші атомарні роботи в рамках цього завдання такі: **СА** – клонувати Агента Викладача; **РА** – перенаправити зв'язок пошукача із факультетом на зв'язок із конкретним **ТА**, **ТА** – запросити резюме і виділити дані про кваліфікацію пошукача

Етап 2. Аналіз резюме і пошук найкращого Професора - керівника: **ТА** віддає дані про кваліфікацію пошукача **PRA факультету**. **PRA** відповідають, формуючи параметричний відгук, згідно з параметрами кваліфікації. **ТА** знаходить найкращий результат, у тому випадку, якщо параметри відповідей професорів знаходяться в межах необхідних. В тому випадку, якщо рівень кандидата не підходить, **ТА** генерує завдання для Агента-Посередника відповісти пошукачеві і рекомендувати йому провести таку саму роботу на іншому факультеті. В тому випадку, якщо рівень кандидата є достатньо високим, кандидата кваліфікують і **ТА** викликає новий етап – етап тестування.

Етап 3. Тестування: **ТА** запитує питання для тестів у **PRA**. **PRA** дає такі питання. **ТА** пропонує пошукачеві відповісти на питання тесту і передає результати тестів **PRA**. **PRA** оцінює завдання і відповідає, ставлячи відмітки. **ТА** проводить аналіз оцінок (подібно до етапу 2) і або кваліфікує пошукача і ініціює етап інтерв'ю, або просить **РА** повідомити пошукача про невдачу.

Етап 4. Інтерв'ю: **ТА** генерує завдання для **PRA** провести інтерв'ю з пошукачем. **ТА** перенаправляє пошукача до **PRA**. **PRA** встановлює онлайнвий зв'язок між своїм господарем (професором –

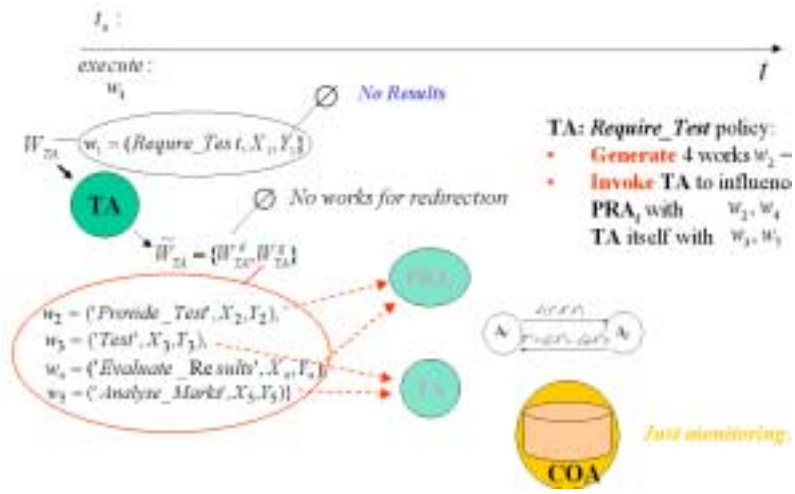


Рис. 3. Тестування, фаза 1, запит тесту (приведено по [20]).

людиною) і пошукачем. **PRA** вимагає від свого господаря – професора заповнити форму прийому в аспірантуру. **PRA** просить **TA** обробити цю форму із заповненими даними. **TA** аналізує форму і або передає її **PA** Відділу Кадрів для прийняття пошукача в аспірантуру, або просить **PA** повідомити пошукачу про невдалі результати інтерв'ю. Якщо пошукач успішно пройшов етап інтерв'ю, і тому став аспірантом, **TA** запускає етап створення індивідуальної програми.

Етап 5. Розробка індивідуальної програми: **TA** генерує завдання для **PRA** приготувати індивідуальну програми роботи аспіранта на 1-й семестр. **PRA** перенаправляє цей завдання своєму помічнику **AA**, щоб той додавив рекомендації щодо курсів у список параметрів. **AA** готує план роботи і запитує необхідні електронні курси у **CMA**. **CMA** аналізує запит, і, якщо треба, робить запит про додаткові, але ще недоступні, курси – приклад див. у [18].

Модельовання процесу тестування

Нехай в момент $t = t_n$ **TA** ініціалізує етап тестування $t = t_n$. Розглянемо діяльності агентів **TA**, **PRA** і **PA** на цьому етапі.

В момент $t = t_n$ (див. Рис. 3.) **TA** приймає таку множину робіт $W_{TA} = \{w_1 = ('Require\ the\ test', X_1, Y_1)\}$

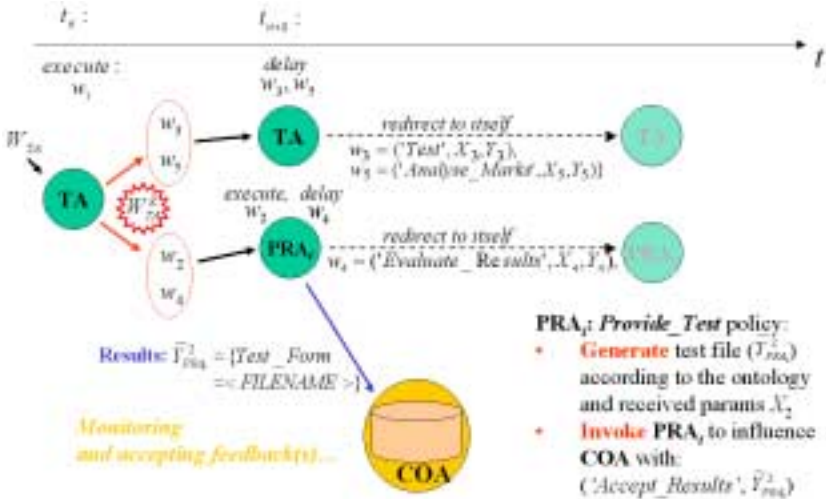


Рис. 4. Тестування, фаза 2, представлення тесту (приведено по [20]).

з такими параметрами і результатами роботи w_1 :

$X_1 = \{Edu_Rating = \langle structure, ontology = Edu_Rating \rangle,$

$Q_E_Rating = \langle structure, ontology = Qualif_Exp_Rating \rangle,$

$Pub_Rating = \langle structure, ontology = Publication_Rating \rangle,$

$Professor = \langle Id, ontology = Agent_Name \rangle\},$

$Y_1 = \emptyset.$

Атомарна робота w_1 приймається і виконується, оскільки всі параметри X_1 (отримані як результати виконання робіт на попередніх етапах) є доступними через SDS агента COA. В процесі виконання роботи w_1 агент TA генерує завдання $\tilde{W}_{TA} = \{W_{TA}^d, W_{TA}^g\}$, де:

$W_{TA}^d = \emptyset$ тому що робота w_1 вже виконається і ніяких інших робіт не залишилося для передачі їх іншим агентам;

$W_{TA}^g = \{ w_2 = ('Provide_Test', X_2, Y_2),$

$w_3 = ('Test', X_3, Y_3),$

$w_4 = ('Evaluate_Results', X_4, Y_4),$

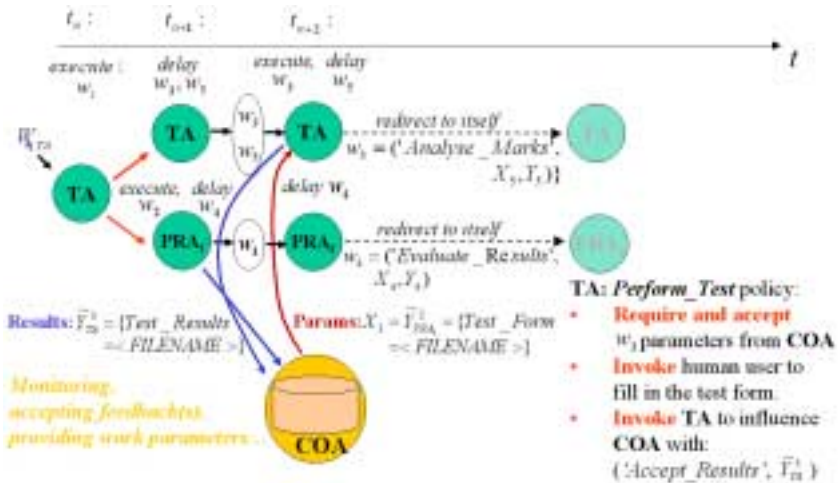


Рис. 5. Тестування, фаза 3, виконання тесту (приведено по [20]).

$$w_5 = \{ 'Analyse_Marks', X_5, Y_5 \}.$$

Роботи w_2, w_4 сформулюють завдання W_{PRA} , а роботи w_3, w_5 сформулюють завдання W_{TA} в наступний момент часу $t = t_{n+1}$.

В момент $t = t_{n+1}$ (див. Рис. 4) **PRA** приймає

$$W_{PRA} = \{ w_2 = \{ 'Provide_test', X_2, Y_2 \}, \\ w_4 = \{ 'Evaluate_Results', X_4, Y_4 \} \}.$$

Робота w_2 виконується і результати

$$\tilde{Y}_2 = \{ Test_Form = < FILENAME > \}$$

передаються **COA** для подальшого використання. Тим часом, робота w_4 відправляється **PRA** на наступний момент часу - результати роботи w_3 , які формують параметри роботи w_4 , ще не повернулися від **COA**. Тим часом, **TA** приймає

$$W_{TA} = \{ w_3 = \{ 'Test', X_3, Y_3 \}, \\ w_5 = \{ 'Analyse_Marks', X_5, Y_5 \} \}$$

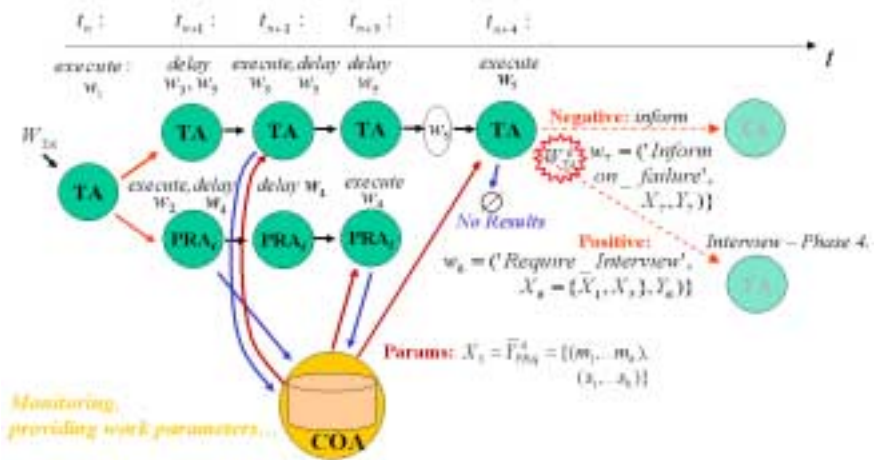


Рис. 6. Тестування, фаза 5 - остання, аналіз параметризованих оцінок (приведено по [20]).

і перенаправляє обидві роботи собі на наступні проміжки часу, чекаючи на результати робіт w_2, w_4 .

В момент $t = t_{n+2}$ (див. Рис. 5) **ТА** виконує w_3 . В момент $t = t_{n+3}$ **PRA** виконує w_4 і передає вектор результату $\tilde{Y}_{PRA} = \{\tilde{y}_4^1 = (m_1, m_2, \dots, m_k), \tilde{y}_4^2 = (s_1, s_2, \dots, s_k)\}$ агенту **COA**. k - це кількість проектів, що ними керує господар агента **PRA**, де потрібні аспиранти, m_i - це оцінка пошукача, якщо він претендує на роботу над проектом i , та s_i відображає найнижчу (за думкою професора) оцінку необхідного рівня пошукача.

В момент $t = t_{n+4}$ (див. Рис. 6) **ТА** приймає

$W_{TA} = \{w_5 = ('Analyse_Marks', X_5, Y_5)\}$, де

$X_5 = \{Marks = \langle \tilde{y}_4^1, \text{ontology} = Mark_per_Project \rangle,$

$Scale = \langle \tilde{y}_4^2, \text{ontology} = Positive_Mark_per_Project \rangle\}$ і вирішує, чи може даний пошукач отримати місце в тому чи іншому проекті. Якщо

це можливо, W_{TA}^g буде складатися із роботи $w_6 = ('Require_the_Interview', X_6 = \{X_1, X_5\}, Y_6)$,

в інших випадках ТА генерує роботу

$w_7 = ('Inform_on_Failure', X_7, Y_7)$.

Підсумки

В Запорізькому державному університеті отримані певні результати впровадження сучасних комп'ютеризованих методик навчання, організації сучасного навчального процесу на базі ІТ, моделей та методик дистанційного навчання. Університет має великий досвід у побудові й інтенсивному використанні інтегрованих інформаційних мереж на базі передових вирішень в галузі інформаційних систем, інтранет і інтернет. Сьогодні університет має одну з кращих Вузівських комп'ютерних мереж у країні. ЗДУ - член асоціації користувачів національної мережі освіти і науки (УРАН). Крім того, університет є єдиним представником із країн СНД і східної Європи в мережному проекті Європейського співтовариства "AgentLink" по напрямку інтелектуальних інформаційних агентів. Єдиний Інформаційний Простір, що розроблюється в ЗДУ як науковий проект, вже сьогодні використовується для організації навчального процесу, в тому числі і дистанційного, на сучасному рівні якості.

В роботі представлено підхід до використання формального середовища, заснованого на агентах, для моделювання процесів інформаційного обміну при розробці ПІВУ, населеного агентами, які динамічно формують суспільства для виконання процесів дистанційного навчання. В рамках даного підходу агенти є учасниками різноманітних статичних МАС, що представляють постійно існуючі відділи ВУ. Відділи спілкуються між собою через агентів - посередників, які діють як представники відповідних осіб з додатковими здібностями спілкування і додатковими функціями. Ці агенти-посередники, в свою чергу, формують МАС Університету на більш високому рівні. На нижньому рівні кожний агент - учасник МАС відділу може біти розширений до підпорядкованої МАС з тією ж архітектурою.

Середовище базується на парадигмах інтелектуального програмного агента, мультіагентної системи, динамічного, орієнтованого на завдання, суспільства агентів. Особливістю даного середовища є його здатність виконувати завдання інформаційного

обміну без наперед заданих планів виконання завдань. Завдання в рамках даного середовища ініціюються агентами - посередниками і виконуються агентами середнього рівня. Агенти середнього рівня динамічно формують суспільства для виконання наявних завдань. Агент приєднується до суспільства тоді і тільки тоді, коли він сприймає вхідні дані, що містять (під)множину атомарних робіт (частину завдання) для виконання. План виконання завдання уточнюється в подробицях під час процесу покрокового виконання завдання. Процес впроваджується командою агентів-учасників, діючих у кооперації один з одним. Агент-координатор виконує функції координації дії команди агентів і відображає діяльність кожної команди.

Масштабованість моделі даного середовища базується на принципі діакоптики [19] і особливостях родової архітектури агентів.

Середовище пропонує модель еволюції агентів для кращого відображення змін, що трапляються у реальному світі. Еволюція розуміється як процес проактивного саморозвитку і самоадаптації інтелектуальної активної функціональної компоненти у відповідь до змін у середовищі, де вони мешкають - у ІПВУ. Можливості параметричних відгуків і здатність агентів до еволюції дозволяють точніше налаштувати процедури управління і покращити процеси навчання і викладання. В роботі також розглянуто приклад конкурсного відбору студентів в аспірантуру, який продемонстрував можливість використання нашого середовища в таких галузях як віртуальний університет і дистанційне навчання.

Література

1. Ермолаев В.А., Плецкий С.Ю., Толок В.А. "Архитектура унифицированного информационного пространства виртуального университета" // "Вісник Запорізького державного університету", ISBN 966-599-007-1, Т. 1, № 2, 1998, С. 44-53 .
2. Anghern, A Designing Mature Internet Business Strategies: The ICDT Model.// European Management Journal, Vol. 15, No 4, 1997, pp. 361-369.
3. I3Net European Research Initiative <http://www.i3net.org>
4. Papazoglou, M. P., Van der Heuvel, W.-J. From Business Processes to Cooperative Information Systems: An Information Agents

- perspective.//In: M. Klusch (Ed.) Intelligent Information Agents: Agent Based Information Discovery and Management on the Internet. Springer-Verlag, 1999, pp. 10-36.
5. Davulcu, H., Kifer, M., Pokorny, L. R., Ramakrishnan, C. R., Ramakrishnan I. V. Modeling and Analysis of Interactions in Virtual Enterprises. //In: Proc. of the 9-th International Workshop on Research Issues on Data Engineering: Information Technology for Virtual Enterprises (RIDE-VE'99), March 23-24, 1999, Sidney, Australia.
 6. OMG Unified Modeling Language. Specification. Version 1.3. June 1999. <http://www.rational.com/uml/resources/documentation/>
 7. Lupu, E., Milosevic, Z., Sloman, M. Use of Roles and Policies for Specifying, Building and Managing Virtual Enterprise. //In: Proc. of the 9-th International Workshop on Research Issues on Data Engineering: Information Technology for Virtual Enterprises (RIDE-VE'99) , March 23-24, 1999, Sidney, Australia.
 8. Jennings, N. R., Faratin, P., Johnson, M. J., Norman, T. J., O'Brien, P., Wiegand, M. E. Agent-based business process management.// Int. Journal of Cooperative Information Systems, 5(2, 3), pp. 105-130.
 9. Sycara, K., Decker, K., Pannu, A. Williamson, M. and Zeng, D. Distributed Intelligent Agents. // IEEE Expert, Dec. 1996, pp. 36-45.
 10. V. A. Ermolayev, S. U. Borue, V. A. Tolok, N. G. Keberle, Use of Diakoptics and Finite Automata for Modelling Virtual Information Space Agent Societies // "Lecture Notes of Zaporozhye State University", ISBN 966-599-058-4, Vol. 3, No 1, 2000, pp. 34-44.
 11. Боря С.Ю., Ермолаев В.А., Толок В.А. О диакоптическом подходе к моделированию процессов во многофункциональных информационных системах // "Искусственный интеллект" №2, 1999, ISSN 1561-5359, Спец. выпуск, : Доклады международной конференции KDS'99, Кацивели, 13-18.09.1999, С. 211-219.
 12. V. A. Ermolayev, V. A. Tolok, Interfaces and Human - Agent Interaction in Virtual Information Spaces, Panel talk at ESPIRIT AgentLink SIG on Intelligent Information Agents meeting, London, GB, Apr. 21-23, 1999, 10 p.
 13. Adam, N., Atluri, V. and Huang, W. Modeling and analysis of workflows using petri nets. // Journal of Intelligent Information Systems, 10(2), pp. 131-158, March 1998.
 14. Nwana, H. S. Software Agents: an Overview. // Knowledge Engineering Review, Vol. 11, No 3, pp. 205-244, Oct./Nov. 1996.

15. Foundation for Intelligent Physical Agents (FIPA) Spec: DRAFT, Version 0.2, Agent Communication Language, 1999, <http://www.fipa.org>
16. Finin, T. and Fritszon, R. KQML - A language for protocol and information exchange. // Proc 13th DAI workshop, pp. 127-136, Seattle, WA, USA.
17. Sycara, K. In-Context Information Management through Adaptive Collaboration of Intelligent Agents. //In: M. Klusch (Ed.) Intelligent Information Agents: Agent Based Information Discovery and Management on the Internet. Springer-Verlag, 1999, pp. 78-99.
18. S. U. Borue, V. A. Ermolayev, V. A. Tolok: Application of Diakoptical MAS Framework to Planning Process Modelling // in: "Problems of Programming" Scientific Journal №1-2, 2000, ISBN 966-02-1244-5, Special Issue: Proc. of the 2-nd Intl. Scientific - Practical Conference on Programming (UkrPROG'2000), Kiev, 23-26 May 2000, pp. 488-500.
19. Kron, G. Diakoptics. Macdonald, London, 1963.
20. Ermolayev, V: Dynamic Agent Communities Facilitating to Distant Learning in a Virtual University Information Space (the transparencies) http://eva.zsu.zaporizhzhе.ua:80/eva_personal/PS/vude-slides.pdf