4. Любушин А.А. Анализ данных систем геофизического и экологического мониторинга [Текст] / А.А. Любушин. – М.: Наука, 2007. – 228с.
5. Любушин А.А. Статистики временных фрагментов низкочастотных микросейсм: их тренды и синхронизация [Текст] / А.А. Любушин // Физика Земли, 2010. − № 6. − С. 86-96.
6. Піскун О. В. Використання методів нелінійного аналізу для моніторингу валютних ринків [Текст] / О.В. Піскун // Бізнес Інформ. – 2012. – №3. – С. 58–61.
7. Liashenko O. Multifractal analysis of currency and stock indices using wavelet technology [Текст] / O. Liashenko, T. Kravets // Economics (Ekonomika). – 2013. – Vol. 92(3), Supplement A. – P. 296-303.
8. Aguiar-Conraria L. The Continuous Wavelet Transform: A Primer [Текст] / L. Aguiar-Conraria, M. Soares // NIPE WP 16/ 2011. – P. 1-43.
9. Grinsted A. Application of the cross wavelet transform and wavelet coherence to geophysical time series [Текст] / A. Grinsted, J. C. Moore, S. Jevrejeva //Nonlinear Processes in Geophysics. – 2004/ 11.– P. 561–566.
10. Інформаційний портал про особисті інвестиції та фінанси [Електронний ресурс] / Офіційний сайт. [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://www.investfunds.ua

УДК 330.341.1

М.В. Макарова

ВІРТУАЛЬНІ ОРГАНІЗАЦІЇ ЯК КОНЦЕПЦІЯ ШТЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ, ЇЇ КОМУНІКАТИВНИЙ АСПЕКТ

У статі розглянуто історію розвитку концепцій і технологій штучного інтелекту, приділено увагу концепції віртуальної організації як розвитку методології багатоагентних систем, досліджено її комунікативний аспект.

Ключові слова: *технології і системи штучного інтелекту, віртуальна організація, багатоагентні*

системи, комунікативний аспект розвитку віртуальної організації.

В статье рассмотрена история развития концепций и технологий искусственного интеллекта, уделено внимние концепции виртуальной организации как развития методологии многоагентных систем, исследован ее коммуникативный аспект.

Ключевые слова: *технологии и системы искусственного интеллекта, виртуальная организация, многоагентные системы, коммуникативный аспект развития виртуальной организации.*

The history of development of concepts and technologies of artificial intelligence was investigated in article, attention was paid to the concept of virtual organization as multiagent systems development methodology, investigated its communicative aspect.

Keywords: *technologies and systems of artificial intelligence, virtual organization, multiagent systems, communicative aspect of the development of a virtual organization.*

Актуальність. Історія розвитку концепцій і технологій штучного інтелекту де-факто починається з середини XX століття, коли з'явився самий термін «штучний інтелект». Про практичне застосування інтелектуальних інформаційних технологій (ІІТ) йдеться з середини 1970-х років у площині розвитку інтелектуальних інформаційних систем, систем штучного інтелекту, систем підтримки рішень.

З середини 1940-х до ранніх 1970-х рр. створення ІІТ розглядалося переважно в рамках логічного вирішення завдань. Цей період розвитку ІІТ характеризується порівняно великою визначеністю і низькою динамічністю

об'єкта управління. Разом з тим вже в 1943 році з'явилися «продукції Посту», а в 1947 році для моделювання складних економічних ситуацій активно почали використовуватися методи причинного нелогічного висновку, які пізніше стали підгрунттям методів системної динаміки і когнітивного моделювання.

У середині 1970-х років на основі ІІТ у світі корпоративного бізнесу починають розвиватися системи підтримки рішень для ефективного управління ресурсами. Низка успішних практичних ідей і результатів, наприклад, пов'язаних з теорією нейронних мереж, багатоагентних систем, оптичних та голографічних процесорів, з'явилася саме в цей час. Той період можна відзначити успіхами у створенні моделей ситуаційного управління регіонами в кризові періоди. Його характеризує віра в практично необмежені можливості штучного інтелекту. Наприкінці 1980-х увага розробників ІІТ все більше акцентується на дослідженні адаптивних властивостей інформаційних систем, що враховують розумову активність людини при здійсненні мовних актів, дискурсу та прийнятті рішень.

З початку 1990-х ІІТ все активніше використовуються в стратегічному менеджменті, управлінні ресурсами, реінжинірингу. У 1990-х роках в сукупності і взаємозв'язку розвиваються: експертні системи реального часу, інтелектуальні агенти, активні системи, еволюційні і квантові обчислення, когнітивні моделі, ситуаційні центри тощо. З 2000 року почав набувати нового звучання процес електронізації діяльності органів влади, населення і бізнесу, останній цікавить нас у статті найбільше. Розвиток концепцій електронного бізнесу і комерції, що включають: маркетинг і управління корпоративними ресурсами, підвищення якості продукції та послуг, розширення доступу до капіталу, електронні

торги, розвиток інновацій, підтримку процесів самоорганізації бізнесу – не могли не активізувати роботи з подальшого розвитку систем підтримки рішень за допомогою ІІТ [1].

Інтелектуалізація моделювання розвитку систем електронного бізнесу нині здійснюється, в тому числі, на базі використання агентів не тільки природного, а й штучного інтелекту, за допомогою формування багатоагентних систем (БАС). Останні є одним з напрямків штучного інтелекту, що бурхливо розвивається. Їх відмінною особливістю є перехід від локалізованого до розподіленого штучного інтелекту. З точки зору об'єктно-орієнтованого підходу агент являє собою комплекс функцій, що у сукупності з інтерфейсом здатний надавати відповіді і отримувати запитання. «Під інтелектуальним агентом розуміються фізичні або віртуальні елементи, здатні: діяти на будь-які інші елементи; прагнути до деяких цілей, спілкуватися з іншими агентами, накопичувати і використовувати власні ресурси; сприймати середовище і його частини, будувати часткове уявлення про середовище; адаптуватися, самоорганізовуватися, саморегулюватися і саморозвиватися. Дослідження штучного життя пов'язані з вивченням інтелектуальної поведінки агентів на принципах адаптації, виживання, самоорганізації, побудови децентралізованих систем. Багатоагентні системи широко використовуються при розробці автономних засобів руху, роботів, в системах захисту інформації, в електронній комерції» [2, с. 44-45].

З одного боку, йдеться про відкриті, активні системи, що розвиваються, в яких головна увага приділяється процесам взаємодії агентів як причині виникнення системи з новими якостями. З іншого боку, досить часто

багатоагентні системи будуються як об'єднання окремих інтелектуальних систем, заснованих на знаннях. Будь-яка БАС складається з наступних основних компонентів:
1) множина організаційних одиниць, в якому виділяються підмножина агентів X, що маніпулюють підмножиною об'єктів Y;
2) множина завдань;
3) середовище, в якому існують агенти і об'єкти;
4) множина відносин між агентами;
5) множина дій агентів.

У БАС завдання розподілені між агентами, кожен з яких розглядається як член групи або організації. Розподіл завдань передбачає призначення ролей кожному з членів групи, визначення міри його відповідальності і вимог до досвіду.

Крім того, при розробці БАС необхідно попереднє визначення та моделювання таких базових теоретичних понять і характеристик, як взаємодія (комунікація), кооперація (співробітництво), координація, організація, управління.

Метою статті є дослідження віртуальних організацій в якості систем електронного бізнесу, що функціонують на підставі поглядів на них як на багатоагентні системи, і, насамперед, дослідження комунікативного аспекту такого функціонування.

Постановка завдання. Розробка технології штучних агентів, створення багатоагентних систем (БАС) і віртуальних організацій являє собою одну з найбільш важливих і перспективних областей розвитку новітніх інфокомунікаційних технологій, де сьогодні відбувається інтеграція сучасних мережних WWW-технологій, методів і засобів штучного інтелекту, включаючи великі бази даних/знань, і систем об'єктно-орієнтованого

проектування. У фахівців сформувалося і увійшло в широкий науковий вжиток уявлення про штучних агентів як активних, автономних, комунікабельних, а головне, мотивованих об'єктах, що діють в складних, динамічних і,найчастіше, віртуальних середовищах [3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10]. Вже сьогодні агентно-орієнтований підхід знаходить широке застосування в таких областях як реінжиніринг бізнесу та побудова віртуальних організацій, електронна комерція, організація роботи колективів роботів і розподілена розробка комп'ютерних програм. У найближчому такий підхід, безсумнівно, знайде центральне місце при розвитку засобів управління інформацією і знаннями, і звичайно, при створенні та впровадженні новітніх систем телекомунікацій, розвитку глобальних комп'ютерних мереж.

Причини, що зумовлюють актуальність перетворення організаційних структур на інші, більш новітні, функціонування їх як багатоагентних систем, це, насамперед, складність сучасних систем і організацій, яка досягає такого рівня, що централізоване управління в них стає неефективним через наявність величезних потоків інформації, коли занадто багато часу витрачається на її передачу в центр і прийняття ним рішень. Тому нині відбуваються докорінні зміни в області стратегічного менеджменту, пов'язані з перебудовою традиційних організацій і підприємств та появою мережних організаційних структур нового типу, наприклад, горизонтальних, розширених і віртуальних організацій. Самі комп'ютерні системи також стають все складніше і складніше і включають ряд підсистем різної природи, що характеризуються різними функціональними властивостями і взаємодіють з різними фахівцями, віддаленими один від одного.

Проблематика комунікативного аспекту існування віртуальних організацій як багатоагентних систем майже не роглядалася у вітчизняній науковій літературі, що і визначило завдання статті.

Виклад основного матеріалу. Нагадаємо, віртуальна організація – це фактично товариство географічно роз'єднаних співробітників, які існують в спільному єдиному інформаційному просторі та в процесі праці спілкуються, взаємодіють, користуючись електронними засобами комунікацій при мінімальному або повністю відсутньому особистому, безпосередньому контакті. Віртуальні організації об'єднують групи людей, що займаються спільною справою, тобто, персонал та залучені виробничі потужності. Персонал взаємодіє у реальному часі (синхронно) або у відстроченому режимі (асинхронно) незалежно від фізичного місця знаходження. Потужності залучаються при необхідності і на умовах можливого швидкого вивільнення (наприклад, через оренду), тобто, віртуальні організації не мають основних фондів. На відміну від традиційних організацій віртуальні можуть швидко реагувати на зміни ринку при критично низьких, з точки зору традиційного бізнесу, витратах.

Взаємодія агентів, їх комунікація – перше, що впадає в очі, коли йдеться про віртуальні організації як багатоагентні системи.

Взаємодія означає встановлення двосторонніх динамічних відносин між агентами. При цьому вона є одночасно джерелом і продуктом деякої організації. Іншими словами, взаємодія являє собою не тільки наслідок яких-небудь дій у БАС, виконуваних агентами в один і той же час, але й необхідною умовою формування соціальних організацій.

Для визначення базових типів комунікації агентів у БАС можна обрати такі критерії групоутворення:

а) сумісність цілей агентів;

б) потреба в чужому досвіді (знаннях);

в) спільне використання ресурсів.

Тоді, якщо позначити наявність таких ознак плюсом, а їх відсутність – мінусом, отримуємо вісім базових ситуацій комунікацій [11], наведених у таблиці 1.

Тут граничний випадок незалежності агентів тотожній відсутності БАС (цілком автономні агенти). Проста співпраця передбачає інтеграцію досвіду окремих агентів (що відбивається у розподілі завдань і обміні знаннями), коли не потрібні додаткові заходи з координації їх дій.

Таблиця 1.

Базові ситуації взаємодії (комунікації) агентів

Тип ситуації взаємодії агентів у БАС	Сумісність цілей	Потреба в чужому досвіді	Наявність розподілених ресурсів
Співробітництво, що координується	+	+	+
Просте співробітництво	+	+	–
Непродуктивне співробітництво	+	–	+
Незалежність	+	–	–
Колективне суперництво за ресурси	–	+	+
Чисте колективне (командне) суперництво	–	+	–
Індивідуальне суперництво за ресурси	–	–	+
Чисте індивідуальне суперництво	–	–	–

Складено за [12].

Непродуктива співпраця реалізує ситуацію, коли агенти, не маючи потреби в досвіді один одного, але спільно використовуючи ресурси, заважають один одному.

Співпраця, що координується, означає, що агенти повинні узгодити свої дії (можливо, за допомогою спеціального агента – координатора), щоб продуктивно використовувати наявні досвід і ресурси. Це найбільш складний випадок співпраці, коли до проблеми розподілу завдань додається проблема координації дій, обумовлена обмеженістю ресурсів.

У певному сенсі протилежним по відношенню до координованої співпраці є випадок чистого індивідуального суперництва, коли агенти поставлені в практично однакові умови, а доступ до ресурсів не є причиною конфлікту. Прикладом слугує участь агентів у конкурсі на отримання деякого завдання. Тут при несумісності цілей агенти змушені вести перемовини один з одним. Індивідуальне суперництво за ресурси являє собою класичний варіант конфліктної ситуації, коли кожен агент хоче монополізувати наявні спільні ресурси. У разі чистого колективного суперництва, агентам, що мають різні індивідуальні цілі, але недостатній досвід для їх досягнення, доводиться об'єднуватися у коаліції. При цьому спочатку відбувається формування груп агентів, а потім починається суперництво між цими групами. Нарешті, колективне суперництво за ресурси, тобто ситуація, що комбінує колективне суперництво і індивідуальні конфлікти через ресурси, являє собою найбільш продуктивний випадок конфліктної ситуації з точки зору функціонування БАС, оскільки конкуруючі групи сприяють ліквідації монополій і розширенню ринку послуг.

Діапазон реальної взаємодії агентів у віртуальній організації дуже широкий: зокрема, на полярній шкалі «конкуренція-кооперація» він може визначатися парою чисел, що характеризують ступінь суперництва-співпраці, наприклад, (1, 0) при повному антагонізмі агентів і (0, 1) при повній співпраці. Тут середня точка шкали (0.5, 0.5) є точкою найбільш суперечливої взаємодії, а відповідна точка розриву на шкалі надає невизначеність (?, ?). З цих міркувань в результаті отримується чотиризначна базова логіка взаємодії. Вдалий вибір вихідного набору організаційних критеріїв і використання ознаки «централізація-децентралізація» дозволяє соціально структурувати БАС. Тут вихідними критеріями можуть бути, наприклад:

а) тип організації залежно від рівня узгодження цілей агентів (шкала унітарна-федеральна);

б) тип управління (шкала ієрархія-гетерархія);

в) тип світосприйняття агентів (шкала егоцентризм-поліцентризм).

Взаємодії між агентами можуть мати різну ступінь складності. До найпростіших видів взаємодії агентів відноситься їх зв'язок через повідомлення від середовища, як це відбувається в моделях колективної поведінки автоматів. Наступними за рівнем складності є відносини взаємодії між слабо персонофікованими агентами (наприклад, на основі «дошки оголошень»). Складніше організувати комунікацію між персоніфікованими агентами. Тут провідну роль починають грати відносини кооперації, координації та коаліції. У такі відносини вступають агенти, зайняті вирішенням спільних завдань, або ті, що планують свою діяльність з урахуванням діяльності інших агентів. І нарешті, слід згадати відносини неоднорідності і конфліктності на множині агентів.

Перехід від однорідних агентів до взаємодії неоднорідних агентів дозволяє вирішувати завдання, які однорідний колектив в принципі вирішити не може, а конфлікти в ряді випадків можуть розглядатися як позитивне явище при організації колективної поведінки агентів, сприяючи досягненню спільної мети.

Комунікація між штучними агентами залежить від обраного протоколу, який являє собою множину правил, що визначають, як синтезувати значущі і правильні повідомлення. Механізми комунікації діляться на безпосередні та опосередковані. Безпосередня комунікація пов'язана з обміном інформацією шляхом передачі повідомлень. Системи, засновані на посиланні повідомлень, характеризуються безпосередньою комунікацією, оскільки різні агенти спілкуються, утворюючи децентралізовану систему з локальним управлінням взаємодією.

Механізм посилання повідомлень був спочатку досліджений в межах моделі акторів [13,14]. Двома важливими перевагами систем, заснованих на акторах, є модульна структура і локалізація знань (відсутність глобальної бази знань, доступною для всіх акторів).

Механізм опосередкованої комунікації реалізується за допомогою архітектури «дошки оголошень» [15, 16]. Тут основна ідея полягає у відтворенні взаємодії кількох агентів через дошку оголошень, на якій написані всі відомі відомості та вказані розв'язувані завдання. Агенти залежно від їхнього досвіду намагаються заповнити дошку оголошень. При цьому дошка оголошень розглядається як проміжний модуль-посередник для здійснення різних взаємодій між агентами.

Зупинимося докладніше на комунікації персоніфікованих агентів віртуальної організації. Тут

ключовим елементом є процес ведення переговорів, спрямованих на досягнення взаємовигідної злагоди. Найчастіше передбачається, що правила ведення переговорів встановлені заздалегідь і відомі всім агентам. Відповідно, найважливішою сферою досліджень в області коммуникації агентів є побудова протоколів для ведення переговорів. До розробки протоколів зазвичай висуваються такі вимоги: а) простота; б) децентралізація (переговори здійснюються безпосередньо, без централізованого управління); в)симетричність (усі агенти є рівноправними учасниками переговорів); г)стійкість (протоколи переговорів не повинні дозволяти агентам, що відхиляються від встановлених правил ведення переговорів, отримувати додаткову вигоду); д) ефективність (як по відношенню до окремих агентів, так і по відношенню до їхніх коаліцій).

Відзначимо, що коли агенти егоїстичні, укладені між ними угоди завжди взаємовигідні. Угода вигідна для всіх агентів, якщо вона максимізує функції корисності агентів на множині припустимих угод. Однак, взаємовигідність являє собою необхідну, але не достатню умову для стійкості угод в БАС. Усе це демонструє необхідність доповнення традиційних моделей розподіленого штучного інтелекту з егоїстичних агентів більш гнучкими моделями, що включають альтруїстичних агентів. Агенти-альтруїсти сприяють досягненню більшої автономності та гомеостатичності БАС порівняно з егоїстичними.

Побудова протоколу ведення переговорів включає три кроки: 1) визначення простору можливих угод; б) введення правил взаємодії; в) визначення оптимальних стратегій агентів.

Класичними методами дослідження переговорних процесів є методи теорії корисності і теорії ігор, зокрема,

відомі моделі та умови оптимальності, виражені у вигляді принципів рівноваги. Так, принцип Парето застосовується для сильно централізованих систем, підсистеми яких мають широкі можливості обміну інформацією про прийняті рішення, а рівновага Неша характеризує децентралізовані системи. Ці типи оптимальності мають різні ідейні підстави: основою оптимальності за Нешем є стійкість системи, обумовлена інтересами і можливостями окремих підсистем, тоді як принцип оптимальності за Парето спирається на ідею корисності, вигоди для системи в цілому, що характеризується як вигода одразу для всіх її підсистем. З урахуванням вищенаведених вимог до розробки протоколів в БАС більше застосування знаходить арбітражна схема Неша або математично еквівалентна їй модель Зейтена [17]. Однак, ці схеми придатні далеко не завжди (наприклад, рівновага Неша не є вичерпним рішенням для некооперативних ігор).

Найбільш поширеними спеціальними моделями комунікації агентів в розподілених системах штучного інтелекту, якими є віртуальні організації, є:

• модель договірних (контрактних) мереж Сміта;
• протокол монотонних мінімальних поступок (за Розеншайном і Злоткіним);
• модель соціальних залежностей Кастельфранші і Конте.

Серед протоколів ведення переговорів у БАС широке поширення отримав протокол монотонних мінімальних поступок [18], який визначає процес ведення переговорів між двома агентами. Агенти роблять пропозиції по черзі, починаючи з найвигідніших для себе пропозицій. У процесі переговорів агенти монотонно відступають від своїх первинних вимог, тобто функція корисності кожного агента монотонно спадає на послідовності його пропозицій. У результаті переговорів агенти вибирають ту

угоду, яку максимізує здобуток їх функцій корисності. Множина можливих угод у протоколі монотонних мінімальних поступок (переговорна множина) складається з усіх індивідуально раціональних угод, ефективних за Парето.

Множину схем організації переговорів у БАС можна уявити собі як варіанти двосторонньої моделі, згідно з якою переговорний процес розглядається як послідовність контрпропозицій, висунутих взаємодіючими агентами. Такий процес може моделюватися як множина переходів в просторі станів. У свою чергу, багатостороння модель розглядається як множина двосторонніх переговорів, описаних, наприклад, мережею Петрі, тобто мережею типу предикат/перехід.

На початку 1980-х років Р. Сміт [19] розробив модель розподіленого вирішення завдань, названу ним «контрактною (договірною) мережею». В основі моделі лежить найпростіша ідея ринкових торгів. Є два типи агентів: агенти-менеджери та агенти-виконавці (покупці). Агент-менеджер поширює оголошення про завдання і визначає вихідну ціну, а агенти-потенційні виконавці пропонують послуги, посилаючись на свої варіанти цін, і беруть участь у конкурсі на визначення найкращих пропозицій щодо вхідного завдання. Потім агент-менеджер відбирає найвигідніші для нього пропозиції і укладає угоду з обраними агентами-виконавцями, які стають агентами-підрядниками.

Основна перевага моделі договірних мереж полягає в її простоті і легкості реалізації. До числа недоліків даної моделі належать, в першу чергу, відсутність продуманого механізму вибору підрядника і високе завантаження комунікаційних каналів. Крім того, модель договірних мереж не перешкоджає появі агентів-посередників, які

виступають як спекулянти, купуючи і перепродаючи одну і ту ж задачу кілька разів.

У будь-яких БАС центральну роль відіграють структури управління та прийняття рішень. Управління визначає обмеження на взаємодію між агентами, вид організації і характер еволюції БАС. Класична структура управління передбачає субординацію агентів, тобто спосіб змусити одних агентів виконувати доручення інших. Ієрархія відносин субординації являє собою деревоподібну структуру. На противагу цьому в БАС можуть вводитися і егалітарні структури, коли будь-який агент може попросити будь-якого іншого агента виконати деяку задачу, і потенційний виконавець завжди може відмовитися. Сутність теорії соціальних залежностей [20-23] полягає в тому, що взаємодія агентів розглядається в контексті соціальних залежностей і владних відносин, які вважаються включеними в когнітивні структури агентів. Теорія соціальних залежностей в системах розподіленого штучного інтелекту тісно пов'язана з теорією зобов'язань та основана на логіці дій [24]. Усвідомлення соціальних залежностей веде до початку переговорів про обмін ресурсами (їх купівлі-продажу) та прийняттю зобов’язань.

Завдання розробки штучних організацій і співтовариств, що складаються з віртуальних агентів, є природним розвитком проблематики БАС. У віртуальних організаціях (ВО) розмиваються межі між соціальними і технічними системами. Як вже зазначалося, у загальному випадку, ВО можна розглядати як складну соціотехніческую систему, утворену з віддалених одна від одної груп людей (віртуальних колективів), що об'єднуються на основі симбіозу провідних мережних і інтелектуальних технологій, наприклад, мережі Інтернет та засобів управління знаннями. В окремому випадку, ВО

може фігурувати як штучна організація, що складається виключно з штучних агентів. При цьому одні й ті ж агенти можуть одночасно входити до складу кількох ВО.

Віртуальна організація може розглядатися як своєрідна метаорганізація, що об'єднує цілі, ресурси, традиції та досвід низки організацій-партнерів, а також керуюча їх розвитком. У рамках агентно-орієнтованого підходу віртуальну організацію можна трактувати як співтовариство БАС, яке сформовано електронним шляхом і функціонує у віртуальному просторі. Це – міжмережна, комп'ютерно інтегрована організація, що складається з неоднорідних, вільно взаємодіючих колективних агентів (тобто агентів, які самі являють собою багатоагентні системи), що знаходяться в різних місцях [25-28].

Тут, вочевидь, відбувається злиття мережних і інтелектуальних технологій, оскільки мережа, будучи однією з найважливіших форм колективного інтелекту, тісно пов'язана з процесами самоорганізації, спонтанного виникнення нових структур при досягненні особливих станів агентів (властивість емерджентності).

Водночас, в межах віртуальних організацій об'єднуються найпередовіші інфокомунікаційні технології. Зокрема для ефективного функціонування ВО необхідна побудова інфомагістралі з високою пропускною здатністю, через яку повинні передаватися великі обсяги текстової, графічної, звукової та відеоінформації. Центральна ідея мережі БАС полягає в організації різних взаємозв'язків між інтелектуальними колективними агентами, які не є постійними і регулярними, а утворюються, розвиваються і трансформуються в залежності від цілей окремих БАС.

Основні характеристики ВО як відкритої мережі неоднорідних колективних агентів, що розвивається, такі:

1. Наявність у агентів спільних цілей, інтересів і цінностей, що визначають необхідні умови формування ВО і правила належності до неї.

2. Наявність у агентів потреби в додаткових ресурсах для досягнення цілей, що призводить до встановлення партнерських відносин між ними, в межах яких здійснюється спільне використання географічно розподілених коштів і досвіду (знань), а також їх швидке примноження.

3. Інтенсивне використання засобів телекомунікації, зважаючи на просторову віддаленість агентів, ефективне проведення сумісної, комп'ютерно опосередкованої роботи партнерів, що включає процеси кооперації та координації, на відстані.

4. Семіотична природа комунікації агентів у ВО.

5. Формування автономних віртуальних робочих груп з гнучким розподілом і перерозподілом функцій і ролей агентів, що взаємодіють на відстані.

6. «Плоска структура», що передбачає максимізацію числа горизонтальних зв'язків між агентами в робочих групах.

7. Максимально широкий розподіл повноважень управління, наявність багатьох центрів прийняття рішень.

8. Тимчасовий характер, можливість швидкого перенавчання, переструктурування і розформування, що забезпечує реактивність і адаптивність до змін середовища [12].

Порівняльний аналіз особливостей класичної і віртуальної організацій наведений у таблиці 2.

Таблиця 2

Порівняльний аналіз характеристик класичної і віртуальної організацій.

Критерії	**Класична організація**	**Віртуальна організація**
Середовище (простір)	Фізична	Віртуальна
Комунікація	Безпосередня	Дистанційна
Одиниця	Однорідна	Неоднорідна, автономна
Вид організації	Монолітна, замкнена	Розподілена, відкрита, мережна
Структура	Ієрархія (дерево)	Гетерархія (неоднорідна мережа)
Взаємодія	Вертикальна (субординація)	Горизонтальна (координація)
Кооперація	Обмежена	Інтенсивна
Управління	Централізоване	Децентралізоване
Зв'язки	Постійні	Гнучкі, змінні
Розвиток	Жорстке планування	Самореорганізація

Складено за [12].

У розробці технології та інфраструктури ВО першорядну роль відіграють стандарти в області обчислювальних мереж (мережних комунікацій), взаємодії програмних засобів, інженерії знань, моделювання розроблювальних об'єктів тощо. Типова інфраструктура ВО об'єднує такі компоненти.

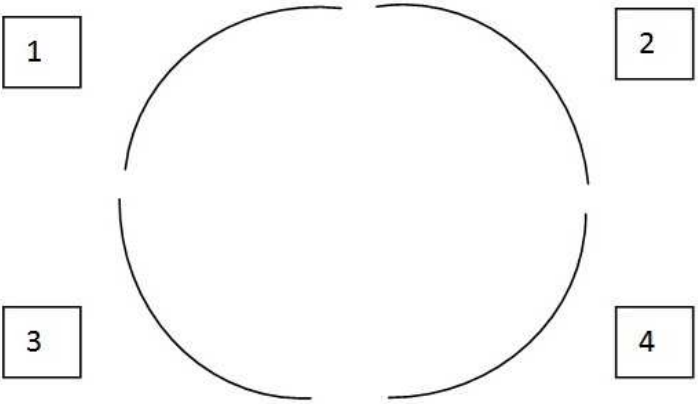
1) Інтернет.

2) Засоби швидкої побудови розподілених програмних застосувань в неоднорідних середовищах. Тут найбільш поширеною є CORBA (Common Object Request Broker Architecture) – технологія, заснована на архітектурі управління об'єктами OMA (Object Management Architecture).

3) Програмні засоби підтримки групової діяльності, зокрема, забезпечення процесів співробітництва і координації.

4) Системи управління знаннями.

Так як нас насамперед цікавить комунікаційний аспект функціонування віртуальних організацій, згадаємо у контексті побудови протоколів комунікації між програмними агентами в мережі деякі результати лінгвістичної наукової школи. Комунікація між агентами може бути заснована на теорії мовних актів, запропонованої Дж.Остіном [17] і Дж. Серліо [29]. Виходячи з ідеї про те, що будь-яка розмова переслідує деяку мету, Дж. Серль розглядає поняття мовного акту як мінімальну і базисну одиницю комунікації. Аналіз усіх можливих у даній ситуації мовних актів і визначення відповідних обмежень, що залежать від міркувань агенту, дозволяє скласти протокол комунікації. Моделювання мовних актів дозволяє описати процеси координації в БАС. Головний компонент процесу координації – замкнений контур, званий «потоком робіт» (робочим процесом). Тоді процес координації в БАС, який визначається як моделювання мережі взаємних зобов'язань між агентами, спрямованих на задоволення агента-клієнта, описується системою замкнених контурів потоків робіт. Базовий контур в моделі потоків робіт пов'язує агента-замовника з агентом-виконавцем в межах циклу, що складається з чотирьох потоків: «підготовка-перемовини-виконання-прийомка» (рис.1). На етапі підготовки агент-замовник надсилає запит (замовлення на виконання роботи) агенту-виконавцю. На наступному етапі відбуваються перемовини, спрямовані на реалізацію взаємоприйнятних умов виконання замовлення. Потім агент-виконавець виконує роботу і закінчивши її, доповідає агенту-замовнику про завершення, а на останньому етапі той приймає або відхиляє роботу.



1 – підготовка 3 – виконання
2 – перемовини 4 – прийомка

складено за [12]

Рисунок 1 – Базова модель потоків робіт

Таблиця 3

Протокол комунікації агентів у моделі потоків робіт

Етап	**Акти агента-замовника**	**Акти агента-виконавця**
Підготовка	Зробити замовлення Прийняти пропозицію	Зробити пропозицію
Перемовини	Висунути контрпропозицію Відхилити контрпропозицію Прийняти контрпропозицію	Висунути контрпропозицію Відхилити замовлення Прийняти замовлення Передати замовлення Прийняти контрпропозицію
Виконання	X	Виконати замовлення Відмовитися від виконання
Прийомка	Прийняти роботу (виявити задоволення) Прийняти роботу умовно (спрямувати на	X

Етап	Акти агента-замовника	Акти агента-виконавця
	доопрацювання) Відхилити роботу	
Будь-який етап	Скасувати замовлення Надати коментарі	Надати коментарі

Складено за [12].

Розглянуто у контексті багатоагентних систем віртуальну організацію, яка є проявом сучасних тенденцій розвитку електронного бізнесу, стратегічного менеджменту організацій і мережних технологій. Окремо було виявлено і досліджено комунікативний аспект функціонування віртуальних організацій як багатоагентних систем, що дозволило з'ясувати напрямки подальших досліджень щодо їх функціонування.

Список використаних джерел

1. Майорова О. А. Когнитивно-ресурсологические аспекты концепта: к постановке проблемы / О. А. Майорова // Филологические науки в России и за рубежом: материалы междунар. науч. конф. (г. Санкт-Петербург, февраль 2012 г.). – СПб.: Реноме, 2012. – С. 145-148.
2. Курейчик В. М. Эволюционная адаптация интерактивных средств открытого образования/ В. М. Курейчик, Л. А. Зинченко // Открытое образование. – 2001. – №1. – С. 43-50.
3. Адамацкий А.И. Роящийся интеллект: представления и алгоритмы/ А.И. Адамацкий, О. Холланд// Информационные технологии и вычислительные системы. – 1998. – №1. – С.45-53.
4. Валькман Ю.Р. Распределенный искусственный интеллект и многоагентные системы в исследовательском проектировании сложных объектов/ Ю.Р. Валькман// Труды Международного семинара «Распределенный искусственный интеллект и многоагентные системы» (DAIMAS'97,Санкт-Петербург, Россия,15-18 июня 1997). – С. 269-279.
5. Городецкий В.И. Многоагентные системы: современное состояние исследований и перспективы применения/ В.И. Городецкий// Новости искусственного интеллекта. – 1996. – №1. – С.44-59.

6. Емельянов В.В. Многоагентная модель децентрализованного управления производственными системами/ В.В. Емельянов // Информационные технологии и вычислительные системы. – 1998. – №1. – С.69-77.
7. Поспелов Д.А. От коллектива автоматов к мультиагентным системам / Д.А. Поспелов // Труды Международного семинара «Распределенный искусственный интеллект и многоагентные системы» (DAIMAS'97, Санкт-Петербург, Россия, 15-18 июня 1997). – С.319-325.
8. Поспелов Д.А. Многоагентные системы – настоящее и будуще/ Д.А. Поспелов// Информационные технологии и вычислительные системы. – 1998. – №1. – С.14-21.
9. Тарасов В.Б. Эволюционная семиотика и нечеткие многоагентные системы – основные теоретические подходы к построению интеллектуальных организаций/ В.Б. Тарасов // Информационные технологии и вычислительные системы. – 1998. – №1. – С.54-68.
10. Швецов И.Е. ТАО – технология активных объектов для разработки мультиагентных систем/ И.Е. Швецов, Т.В. Нестеренко, С.А. Старовит //Информационные технологии и вычислительные системы.–1998.–№1.–С.35-43.
11. Ferber J. Les systemes multi-agents. Vers une intelligence collective. – Paris: InterEditions, 1995.
12. Тарасов В.Б. Агенты, многоагентные системы, виртуальные сообщества: стратегическое направление в информатике и искусственном интеллекте/ В.Б. Тарасов // Новости искусственного интеллекта. - 1998. - №2. – С. 5-63.
13. Hewitt C. Viewing Control Structures as Patterns of Message Passing // Artificial Intelligence.–1977.– Vol.8, №3. – P.323-364.
14. Agha G. Actors: a Model of Concurrent Computation for Distributed Systems. – Cambridge MA: MIT Press, 1986.
15. Erman L., Hayes-Roth F., Lesser V., Reddy D. The HEARSAY-II Speech Understanding System: Integrating Knowledge to Resolve Uncertainty// ACM Computers Surveys, vol.12, 1980.
16. Jagannathan V., Dodhiawala R., Baum L. Blackboard Architectures and Applications. – New York: Academic Press, 1989.
17. Austin J.L. How to Do Things with Words. – New York: Clarendon Press, 1962.

18. Rosenshein J., Zlotkin G. Rules of Encounter: Designing Conventions for Automated Negociation Among Computers. – Cambridge MA: MIT Press, 1994.
19. Smith R.G. The Contract Net Protocol: High Level Communication and Control in a Distrubuted Problem Solver // IEEE Transactions on Computers. – 1980. – Vol.29, №12. – P.1104-1113.
20. Castelfranchi C. Social Power: a Point Missed in Multi-Agent Systems, DAI and HCI// Decentralized Artificial Intelligence/ Ed.by Y.Demazeau, J.-P.Muller. – Amsterdam: Elsevier North-Holland, 1990. – P.49-62.
21. Castelfranchi C., Micelli M., Cesta A. Dependence Relations Among Autonomous Agents// Decentralizaed AI III/ Ed. by Y.Demazeau and J.P.Muller. – Amsterdam: Elsevier North-Holland, 1991
22. Castelfranchi C., Werner E. Artificial Social Systems. – Berlin: Springer, 1992.
23. Conte R., Miceli M., Castelfranchi C. Limits and Levels of Cooperation: Disentangling Various Types Prosocial Interaction//Distributed AI II/ Ed.by Y.Demazeau and J.-P.Muller.– Amsterdam: North-Holland, 1991.
24. Cohen P.R and Levesque H.J. Intention is Choice with Commitment// Artificial Intelligence. – 1990. – Vol.42. – P.213-262.
25. Тарасов В.Б. Новые стратегии реорганизации и автоматизации предприятий: на пути к интеллектуальным предприятиям / В.Б. Тарасов // Новости искусственного интеллекта. – 1996. – №4. – С.40- 84.
26. Тарасов В.Б. Системно-организационный подход в искусственном интеллекте/ В.Б. Тарасов // Программные продукты и системы. – 1997. – №3. – С.6-13.
27. Тарасов В.Б. Эволюционная семиотика – новое синергетическое направление в искусственном интеллекте/ В.Б. Тарасов // Искусственный интеллект (Донецк, Украина). – 1997. – №1-2. – С.9-20.
28. O'Leary D.E., Knokka D., Plant R. Artificial Intelligence and Virtual Organizations// Communications of the ACM. 1997. – Vol.4, №1. – P.52-59.
29. Searle J. Speech Acts. – Cambridge: Cambridge University Press, 1961.