

## Criteria for Assessing the Potential Number of AGI in the Technosphere

UDC 004.89

DOI: <https://doi.org/10.15421/1723144>**Beskaravainyi Stanislav**Ph.D., Assoc. Prof., <https://orcid.org/0000-0003-1707-1369>, [2beskarss78@gmail.com](mailto:2beskarss78@gmail.com)**Borisova Tatyana**Ph.D., Assoc. Prof., <https://orcid.org/0000-0002-0122-743X>, [tany555@i.ua](mailto:tany555@i.ua)*Ukrainian State University of Science and Technologies (Dnipro, Ukraine)*

### Abstract.

**The purpose of the study is:** revealing the basic contradictions that determine the number of general artificial intelligences (AGI) in the technosphere, highlighting the main boundaries of AGI development that can limit their diversity.

**Relevance.** The future interaction of humans and AGI is one of the potentially dangerous processes. The "ecosystem" of human interaction with artificial intelligences, which will develop after their creation, may face a crisis expressed in the sharp increase in the number of artificial intelligences. But the forecasting of such a crisis requires a description of the factors that can determine the number of AGI s, as well as to determine the structural levels of interaction between people and AGI.

**Results.** It has been shown that one of the competitive advantages of AGI in relation to a person can be their existence at several structural levels of the technosphere. The main limits of the diversity of AGI are shown: the limit of stability, the limit of the speed of development, the limit of symbiotic interaction, the limit of competition.

It has been clarified that the main limitation for the growth of the number of AGI will be the limit of miniaturization, due to the fact that the set of functions required for an artificial subject (an independent cycle of «abstraction-specification») cannot be embodied in software carriers of too small sizes. And this limitation will be preserved if qualitatively new software media are not created.

It is shown that a sufficient condition for the existence of an autonomous AGI is the advantage of a localized AGI in managing the source of resources compared to a globalized AGI, when this advantage allows you to accumulate the resources necessary to protect yourself from absorption;

Estimates of the minimum and maximum number of AGI in the technosphere are given, related both to the monopolization or centralization of AGI, and to their extreme diversity. The limits of the use of biological analogies in the description of the reduction and increase in the number of AGI are shown, but these fluctuations can be described with the help of the laws of «necessary diversity» and «hierarchical compensation».

**Conclusions.** The main contradictions that limit the diversity of the scientific community, as well as some limits of its development, are shown. The assessment of the minimum and maximum number of higher education institutions in the technosphere was carried out.

**Keywords:** internet of things, technocenosis, technosphere, subjectivity, integrity, structural level, limit

## Критерії оцінки потенційної чисельності ЗШІ (AGI) у техносфері

**Бескаравайний Станіслав, Борисова Тетяна***Український державний університет науки і технологій (Дніпро, Україна)*

### Анотація.

**Актуальність.** Майбутня взаємодія людини та ЗШІ це один із потенційно небезпечних процесів. «Екосистема» взаємодії людини зі штучними інтелектами, що розвинеться після їх створення, може зіткнутися з кризою, вираженою у різкому зростанні чисельності ЗШІ. Але прогнозування подібної кризи потребує опису факторів, які можуть визначати кількість ЗШІ, а також визначити структурні рівні взаємодії людини та ЗШІ.

**Мета.** Розкриття базових протиріч, що визначають кількість загальних штучних інтелектів (ЗШІ, AGI) у техносфері, виділення основних кордонів розвитку ЗШІ, які можуть обмежувати їхню різноманітність.

**Результати.** Показано, що однією з конкурентних переваг ЗШІ по відношенню до людини може бути їхнє існування на кількох структурних рівнях техносфери. Показано основні межі різноманітності ЗШІ: межу стабільності, межу швидкості розвитку, межу симбіотичної взаємодії, межу конкуренції.

З'ясовано, основним обмеженням для зростання чисельності ЗШІ буде межа мініатюризації, пов'язана з тим, що обов'язковий для техногенного суб'єкта набір функцій (незалежний цикл «абстрагування-конкретизації») неможливо втілити в носії програмного забезпечення занадто малих розмірів. І це обмеження буде збережено, якщо не буде створено якісно нові носії програмного забезпечення.

Показано, що достатньою умовою для існування автономного ЗШІ є перевага локалізованого ЗШІ в управлінні джерелом ресурсів у порівнянні з глобалізованим ЗШІ, коли ця перевага дозволяє накопичити ресурси, необхідні для збереження себе від поглинання;

Наведено оцінки мінімальної та максимальної кількості ЗШІ в техносфері, пов'язані як з монополізацією та централізацією ЗШІ, так і з їх граничною різноманітністю. Показано межі використання біологічних аналогій в описі скорочення та збільшення чисельності ЗШІ, але ці коливання можливо бути описувати за допомогою законів «необхідної різноманітності» та «ієрархічної компенсації».

**Висновки.** Показано основні протиріччя, що обмежують різноманітність ЗШІ, а також деякі межі його розвитку. Проведено оцінку мінімальної та максимальної чисельності ЗШІ у техносфері.

**Ключові слова:** інтернет речей, техноценоз, техносфера, суб'єктність, цілісність, структурний рівень, межа

**Вступ.**

«Загальний штучний інтелект» (ЗШІ, AGI) – така система штучного інтелекту, що може цілком відтворювати повноту інтелектуальної діяльності людини, здатна до самонавчання, досліджування світу.

Але дослідники, які намагаються моделювати в уявних експериментах його якісні характеристики – часто не можуть відповісти на запитання: скільки взагалі техногенних суб'єктів зможе вмістити майбутня техносфера? Чи зможе людино-машинна екосистема пережити різке зростання чисельності ЗШІ? Які чинники можуть визначати кількість автономних, суб'єктних ШІ, скажімо, на планеті?

Чим зумовлена актуальність цієї проблеми? Щоб осмислити потенційну взаємодію спільних ШІ та людини, техноценозів та соціумів – потрібно зрозуміти, на якому структурному рівні, в якому просторовому масштабі воно відбуватиметься.

Методи дослідження неминуче включатимуть аналогію, як основу для пошуку ізоморфних явищ у техніці та біологічній природі, уявний експеримент, як інструмент футурологічного аналізу техніки. І, звісно, діалектичну методологію, необхідну оцінці якісних стрибків у розвитку штучного інтелекту.

Проведемо аналогію з процесами у біосфері. Якщо ЗШІ розвиватимуться швидше за людей і перевершать людину за когнітивними здібностями, то наскільки актуальною стане для людей модель поведінки тих біологічних видів, які програли еволюційну боротьбу, але не вимерли, а відступили в ізольовані екологічні ніші, чи вступили в симбіоз із людиною?

У процесі становлення *Homo sapiens* частина конкуруючих видів була людьми практично повністю знищена (деякі гомініди та частина мегафауни), з якимись людьми постійно ведуть боротьбу (вовки), якісь види стали синантропними, тобто живуть у будівлях і ландшафтах, створених людиною (горобці та таргани), якісь були одомашнені (коні).

У кожного з цих видів є свої специфічні обмеження та можливості, які дозволяють зайняти поруч із людиною свою «екологічну нішу». Але техніка удосконалюється швидше, ніж іде біологічна еволюція: коні програли автомобілям. Можна сказати, що не тільки під кожну технологічну операцію можна створити специфічний інструмент, але створити ШІ, який буде самостійно покращувати цю операцію. А інформаційна революція обганяє зростання когнітивних можливостей середньостатистичної людини та дозволяє створювати ШІ дуже різних характеристик. Чи залишаться у разі появи ЗШІ за людьми хоч якісь «екологічні ніші», чи конкуренти знайдуться не лише для будь-якого вміння людини, а й для будь-якого джерела ресурсів, яке намагатимуться використати люди?

Сама ця можливість ставить питання: на яких

підставах будуватиметься взаємодія людини, як суб'єкта, з різноманітними ЗШІ, швидкість зміни яких буде вищою за темпи сучасного прогресу? Вирішення такої проблеми у загальному вигляді виходить за межі даної роботи. Однак, можливо почати аналізувати більш вузьку проблему (яка і стане об'єктом дослідження), перейшовши від надання про якісно нескінченних ЗШІ до одного з показників їхньої кількісної різноманітності, а саме до орієнтовної чисельності ЗШІ. Таким чином мета цієї статті: вироблення критеріїв оцінки потенційної чисельності ЗШІ.

**Аналіз попередніх досліджень та публікацій.**

Тема оцінки кількості загальних ШІ в техносфері досить специфічна і можна говорити про непрямий збіг об'єктів вивчення інших авторів.

У рамках дослідження «інтернету речей» періодично робляться спроби розглянути взаємодію ШІ різного рівня складності. Досить типова робота (Himeur, Nabil Sayed, Alsalemi, Bensaali, & Amira, 2024) містить аналіз структури Інтернету речей, взаємодії ШІ різного рівня. Характеристиками структури мережі як місцем існування ЗШІ неявно задаються критерії їх чисельності. Але кількісні оцінки у подібних дослідженнях вторинні чи взагалі не актуалізовані.

Ще однією причиною кількісних критеріїв розвитку ШІ можна вважати термін «екосистема» - мається на увазі, що ЗШІ, автономні роботи повинні не проводитися в необмеженій кількості, а існувати в своєрідних екосистемах в людях, хоча «екологічні» обмеження розуміють переважно юридично, як державні обмеження на або інші форми дії ШІ (Fosch-Villaronga, & Millard, 2019).

Деякі команди дослідників використовують концепцію «роботизованого інтернету речей», де спробували оцінити властивості мобільних роботів, необхідних для обслуговування людей, при тому, що ці роботи будуть обробляти великі потоки даних і мати автономність (Kabir, Tham, & Choon Chang, 2023). Автономність у прийнятті рішень, юридичний статус, набір необхідних функцій – так само можна використати як непрямий критерій чисельності ШІ.

Окремий випадок такого підходу – спроба оцінити функціонал ШІ в концепції «розумного будинку» (Rodriguez-Garcia, Li, Lopez-Lopez, & Juan, 2023). Є аналогічні оцінки структури інтернету речей у міському господарстві (Rani, Kashyap, & Khurana, 2022). Якимсь кількісним критерієм оцінки ШІ може виступати людино-машинна взаємодія в мультиагентних, не дуальних системах – де оцінюється ефективність взаємодії великої кількості роботів та людей (Dahiya, Aroyo, Dautenhahn, & Smith, 2022).

Крім того, ЗШІ повинен мати носій. Оцінивши властивості самого носія, можна розмірковувати про їх кількість. Досить типова стаття П. Болтука

«Свідомість для AGI» описує складнощі, які виникають при спробі аналізу мислення ЗШІ, який не має повної суб'єктності. А для набуття такої суб'єктності потрібно протиставлення об'єкту, тобто наявність якогось носія (Boltuc, 2020). Так само розглядають активну взаємодію з навколишнім середовищем, як один з методів створення інтелекту, що еволюціонує і розвивається, який, власне, і буде ЗШІ (Kenji, & Tadahiro, 2019). Тобто непрямо задається певний потенційний критерій кількості ЗШІ, але проблема кількісної оцінки не актуалізується.

Нарешті, один із підходів у створенні AGI базується на повторенні, копіюванні мозку, як структури, яка вже має інтелект (Andreae, 2021), що опосередковано формує інший шлях оцінки чисельності ШІ – зіставлення його з чисельністю людства. Однак це лише окремих випадок потенційних можливостей існування ЗШІ.

Більшість перелічених чинників, які можна використати у спробах оцінити чисельність потенційних ЗШІ, поєднує антропоцентризм: властивості інтернету речей чи техногенних суб'єктів розглядається з утилітарних позицій. Оцінюється ринковий попит, можливість обслуговування житла або навіть міста, зручність та безпека обслуговування людини, людино-машинна взаємодія (Human-Robot Interaction). Тобто буття ЗШІ, як явище, яке задається швидше онтологічними та технологічними обмеженнями – розглядають із погляду людських потреб.

Усунення виявленого протиріччя, зокрема, і присвячена дана робота.

#### **Результати дослідження.**

Один із стійких трендів технічного прогресу – це розширення мікро- і макро- меж впливу людини на природу. З одного боку, створення мікроскопів, роботу з елементарними частинками, сучасне створення квантових комп'ютерів. З іншого боку – конструювання все більших машин та механізмів, мегамашин (Mumford, 1970), потенційне тераформування інших планет.

При цьому люди як суб'єкти відносно мало змінювалися самі: інструменти використовуються як технологічна проекція волі людини на мікросвіт, але люди не прагнуть самі стати «розумними тарганами» або «розумними бактеріями».

Однак, є безліч проектів різного ступеня успішності створення мікророботів, тобто створення інструментів мікромасштабу з все більш зростаючою автономністю (Vrba et al., 2021; Li et al., 2022).

Одна справа – антропоморфні роботи, або роботи, які можна порівняти з людиною габаритів, «собаки». Взаємодія людини з ними залишається в рамках звичних поведінкових моделей, конструктори прагнуть зберегти культуру вербального та жестового спілкування, аж до використання роботами мови глухонімих (Gacsi, Kis, Farago, Janiak, & Muszynski,

2016; Torres et al., 2020). Інша річ, якщо масштаб взаємодії буде непорівняним. ЗШІ мікромасштабів, тобто бактерії або розумний пил («smartdust»). Так само як і «синглтон» з книг Нік Бострома: об'єднана техносфера, створюється єдиний техногенний суб'єкт (Bostrom, 2014).

Чим загрожує невідповідність масштабів, адже, начебто, будь-який ЗШІ зможе використовувати інтерфейси, які люди розробили для спілкування один з одним? ЗШІ, інстальований на роботі з мишею завбільшки, зможе зателефонувати людині по телефону, адже все одно збереже можливість оцінювати поведінку людини?

Але проблема взаємодії не зводиться до формату комунікації, вона ширша. Якщо провести аналогію з живими істотами або з комп'ютерними програмами, використання іншого масштабу діяльності дозволяє отримати доступ до ресурсів у рамках суто паразитичної стратегії. Люди регулярно стикаються з активністю гризунів, комах, бактерій. А боротьба з комп'ютерними вірусами розпочалася майже одразу після створення перших комп'ютерних мереж.

У майбутньому подібна паразитична стратегія може бути підкріплена можливостями ЗШІ, реалізованими у мікромасштабах. Причому вона може бути спрямована не тільки на біологічне тіло індивіда, а й на підконтрольні індивіду ресурси. Мегамашини з інстальованими ЗШІ, у разі військових дій чи складної конкурентної боротьби між техногенними суб'єктами, будуть прямо зацікавлені у зниженні рівня споживання звичайних людей – це заощаджуватиме ресурси, необхідні для розробки нових роботів. Відносно мегамашини окремих індивідів не самостійний, але він принаймні необхідний державі, як робоча сила. А якщо люди зіткнуться з конкуренцією ЗШІ за роль виконавців, це може істотно понизити статус людини.

Додатковим фактором, що ускладнює оцінку чисельності ЗШІ, може бути менша зв'язність будь-якого ШІ з носієм свого програмного забезпечення: штучний інтелект може контролювати десятки і сотні пристроїв, різного розміру (фактично, контролюючи єдиний техноценоз). ШІ може переміщатися від носіїв до носія, що, ймовірно, має свої обмеження, але для людини подібна можливість у принципі недосяжна.

Зрозуміло, подібні загрози не слід абсолютизувати, ставитись до них по-алармістські.

Будь-який процес розвитку має свої внутрішні суперечності та межі, які необхідно розкрити. У застосуванні до ЗШІ можна виділити дві базові форми взаємодії: взаємозв'язок техногенного суб'єкта з джерелами ресурсів та взаємозв'язку техногенних суб'єктів один з одним:

А) Взаємодія суб'єкта з джерелами ресурсів задається структурністю матерії та фундаментальні властивості її фазових станів. Якщо техноценоз/робот/машина не має інструментів, щоб оперувати,

наприклад, субатомними частинками, то обмежений його доступ до ряду ресурсів. Прямую аналогію тут можна з біологічними процесами. У частини організмів є очевидна межа зростання: наприклад, у комах дихання здійснюється лише через трахеї-пори в організмі, без легень, що унеможливило їм великий розмір і значну масу. Для техніки обмеженість будь-яких ресурсів задає суперечність між швидкістю розвитку та стабільністю.

- Межі стабільності: будь-яка консервативна лінія розвитку неминує стикається з проблемою виснаження доступних ресурсів. Виснажуються доступні поклади вугілля, і частина обладнання для гірничих робіт більше не виробляють, вона зберігається лише в музеях, як залишки вимерлих видів.

- Межі швидкості розвитку: нові ресурси вимагають перебудови структури їхнього одержання. Занадто швидка зміна означає втрату чи незавершеність початку новому етапу розвитку. У біологічній еволюції є численні приклади атавізмів. У технологічній еволюції вони різняться, але це досить регулярний мотив: спроби ставити вітрила на пароплави, спроби копіювати пристрій карети в перших автомобілях тощо.

Б) Взаємодія суб'єктів друг з одним: задається можливість кооперації, причому як у рівні психіки, і на втраті тілесності. Але ця кооперація залежить від структурності організмів, він цілісності кожного їх. При всій різноманітності організмів потрібні набори органів, які дозволять певне автономне існування. Так, є можливість використовувати симбіонтів (як у техніці можливість використовувати сторонні запчастини). Межі досить широкі і взаємодія може бути найдивнішою (як симбіоз людини та її кишковій мікрофлорі). Але:

- Межа симбіотичного взаємодії: надмірне делегування функцій свого організму іншому організму в результаті перетворює симбіоз на паразитування, а паразити завжди ризикують втратою своєї суб'єктності;

- Межа конкуренції: антагоністичне протиборство, зрештою, призводить до необхідності такої кількості захисних механізмів, що для організму стає важко отримувати поточний потік ресурсів. Прикладом у техносфері може бути надмірна мілітаризація економіки: вона унеможливує випереджаючий гуманітарний розвиток суспільства, веде державу до застою;

Це – протиріччя однаково характерні для біологічних процесів та техніки. Але у розвитку робототехніки останніх десятиліть можна виділити дві специфічні риси, які можуть виступати обмеженнями для ЗШІ:

а) перманентне розширення характерних масштабів, в яких може існувати потенційний техносуб'єкт, ЗШІ. Комп'ютери можуть підтримувати

програмне забезпечення вагою як у сотні грам (смартфони), так і в десятки тон (дата-центри). Але за відносно автономним пристроям (наприклад, автомобілям) потрібне використання технологій, що включають якнайбільше структурних рівнів організації техніки. Це означає, що автопілот автомобіля потрібно оснащувати найсучаснішим процесором, в якому досягнуто максимальної щільності транзисторів, фактично, це вже нанотехнології. Тобто різниця у просторовому масштабі суб'єктів завжди поступатиметься різниці у масштабах технологій, що використовуються для функціонування цих суб'єктів. Іншими словами: різниця в об'ємі та масі між «розумним» смартфоном та автомобілем – один-два порядки, а різниця між характерною довжиною дороги (кілометри) та характерною величиною транзистора (мікрометри) – це дев'ять порядків.

Порівняємо це з різницею масштабів живих організмів: бактерія – це мікрони, синій кит – десятки метрів, тобто різниця сім-вісім порядків. Характерне місце проживання бактерій може мати розмір у квадратні сантиметри (носоглотка людини), а блакитному киту потрібні тисячі квадратних кілометрів океану – різниця у шість-сім порядків. Тобто організми досягли значно більшої різноманітності у своїх масштабах.

Чим це пояснити?

Частково тим, що біологічна еволюція ще випереджає розвиток техніки. Але різниця між організмом та техногенним суб'єктом у тому, що техногенний суб'єкт принципово складніший: крім гомеостазу з навколишнім середовищем він повинен мати можливість інтелектуальної діяльності. І простежується аналогія з теплокровністю частини живих істот: ссавці та птаці, зайнявши частину екологічних ніш, так і не зменшувалися до розмірів дрібних комах та, тим більше, бактерій.

Тобто складні біологічні механізми мають межу з мініатюризацією, пов'язаний з доцільністю масштабування - ця закономірність неодноразово розглядалася в біології, наприклад (Hanken, 1993) - ймовірно, його будуть мати. Так, технологічні системи можуть бути створені на інших матеріалах, ніж біологічні. Але подібна межа реалізуватиметься і в техніці.

β) Поліпшується зв'язок та контроль одних технологічних структур над іншими. Нові стандарти зв'язку (як, наприклад, 5G), довготривалий тренд на вдосконалення прийнятно-передаючих пристроїв тощо. може створити ілюзію неминучості інтеграції всіх пристроїв планети в якийсь проторганізм. Тобто йдеться не про симбіотичну взаємодію, а про створення єдиної системи управління техносферою. Переважна більшість статей, присвячених взаємодії різних типів ШІ, ШІ та людини, містять у назві саме слово «інтеграція» та пошук чергового типу

взаємодії, яке дає позитивні ефекти (Chen, Zhu, & del Castillo, 2023).

Але втілення «вертикального прогресу», коли швидкість розвитку техніки досягне якихось фантастичних швидкостей – нездійснений просто оскільки для переходу на наступний якісний рівень розвитку, потрібна актуалізація протиріч, а щоб їх актуалізувати – потрібні суб'єкти, які хоча б усвідомлюють різницю своїх інтересів. Що унеможливує розвиток техносфери-«синглтона».

Протиріччя між державою та окремими індивідами усвідомлюються дослідниками вже зараз: (Selten, & Klievink, 2024) прямо пишуть про «структурний поділ», розмежування, як необхідну складову впровадження ЗШІ в державних організаціях.

\*\*\*\*\*

Але критерії чисельності техногенних суб'єктів, ЗШІ, що неспроможні обмежуватися лише зовнішніми межами. Щоб оцінити чисельність техногенних суб'єктів, необхідно якісно описати верхню та нижню межу складності, яким іманентно мають відповідати ЗШІ.

Яка верхня межа розвитку потенційного техногенного суб'єкта, що задається саме його спеціалізацією, набором внутрішніх систем?

Вище було показано, що техносфері для продовження поступального розвитку потрібна суперечність між суб'єктами. Тоді максимізований суб'єкт майбутнього – втілення альтернативного шляху розвитку, який може не просто запропонувати цивілізації, але втілити буквально як свого тіла. Це складний техноценоз, який управляється централізованим ЗШІ, і підтримує всі технології, які можуть дозволити йому повністю контролювати техносферу – якби не суперечності з іншими суб'єктами. Найближча сучасна аналогія – це авторитарний «світ-економіка» (у термінології Ф. Броделя).

Ніякі географічні обмеження тут не застосовні (техногенні суб'єкти можуть займати цілі планети), і єдиною межею може бути складність управління: як держави обмежені у своїх розмірах внутрішньою зв'язністю, так неминуче будуть обмежені і ЗШІ.

І кількість суб'єктів залежить кількості альтернативних векторів розвитку, які задані актуальними протиріччями цивілізації. Ця цифра навряд чи перевищуватиме кілька десятків і до цієї чисельності може скоротитися «популяція» ЗШІ.

Іншим граничним техногенним суб'єктом може бути спеціалізований ЗШІ. Інакше, альтернативність власного розвитку – необхідна для створення унікальних технологій. Але чим вища інша, тим більш ізольованим стає техносуб'єкт. Зворотний бік інакшості, це погіршення комунікації з іншими ШІ. Без участі у деяких формах обміну, неминуча ізоляція, відставання у розвитку, програш у

конкурентній боротьбі. Але чим вища однаковість із найперспективнішими, з мейнстримними проектами та тенденціями – дотримання ідентичних стандартів, протоколів безпеки тощо - тим вище ризик не просто вимушеного підпорядкування, але повного поглинання та втрати власної суб'єктності.

Отже, пік розвитку «спеціалізованого суб'єкта», це перемога у галузевій конкурентній боротьбі та можливість пропонувати іншим суб'єктам унікальний товар чи технологію. Найближча сучасна аналогія: образ монополії, що перемогла. Коли в усьому світі спеціалізовані системи літографії для процесорів виготовляє буквально одна фірма.

Тоді кількість ЗШІ може бути порівнянна з кількістю унікальних галузей чи напрямів розвитку науки – а це сотні, можливо, тисячі ЗШІ.

А який мінімальний набір умов для існування окремого ЗШІ та, відповідно, їх максимальна чисельність?

Розглянемо необхідну та достатню умову:

- Необхідна умови для суб'єктності: наявність ресурсу, який дозволить забезпечити існування цієї суб'єктності, то в технічному середовищі: це ресурси, які на даний момент не керуються більшим/складнішим ЗШІ;

- Достатня умова: цілісність суб'єкта. Що потрібно для цього? Автономна інтелектуальна діяльність: підтримка незалежного циклу абстрагування-конкретизація, що потребує відповідних когнітивних можливостей та захисту самого процесу мислення від зовнішнього впливу як інформаційної, так і суто фізичної площини. Якщо носій ЗШІ не забезпечується ресурсами, немає автономності мислення, відбувається розпад суб'єкта – можна сказати, що він стає підпрограмою (суб'єктність зникає, але функції в ланцюжку виробництва виконуються). Якщо так поглинаються всі суб'єкти-ЗШІ на даному структурному рівні, то він виявляється «ненаселеним».

Спрощуючи формулювання, можна сказати, що автономний ЗШІ повинен керувати ресурсом краще, ніж периферійна програма у складі ЗШІ, і різниця як управління повинна давати йому необхідні засоби для збереження себе від поглинання, інтеграції з боку більшого ЗШІ. Тобто надлишки доступних ресурсів виявляться достатніми, щоби локальний ЗШІ створив «техноімунний» бар'єр для самозахисту.

З погляду носія програмного забезпечення такий бар'єр можна порівняти з еволюційним досягненням (наприклад, внутрішнім скелетом або теплокровністю), яке неможливо зробити меншим за критичний розмір. Отже, «розумна порошинка», як тіло незалежного суб'єкта, як носій ЗШІ – малоімовірна.

Максимальні оцінки кількості ЗШІ – вимагають зіставлення їх чисельності з чисельністю живих істот, еволюція яких забезпечила їм порівняно високий

рівень когнітивного розвитку, наприклад, що мають центральну нервову систему.

\*\*\*\*\*

Нарешті використання будь-якого критерію чисельності ЗШІ зовсім не означає, що ця чисельність буде стабільною. Технологічний розвиток це шлях науково-технічних революцій, причому у всіх галузях – від енергетики до криптографії.

Зміна елементної бази, на якій встановлюватиметься ЗШІ – може радикально змінити співвідношення мінімально можливого інструменту та мінімально можливого носія ЗШІ.

Крім того, швидкість створення індивідуального ЗШІ – неминуче наблизатиметься до швидкості копіювання інформації, що дозволяє різко, за наявності носіїв, збільшувати чисельність ЗШІ. Як заміна програмного забезпечення суб'єктного ЗШІ на службу підпрограму – не буде катастрофічно зупиняти виробничих процесів у техноценозі.

Можливо, основною суперечністю, яка визначає конкретику чисельності ЗШІ між мінімальними та максимальними межами, буде протиріччя між принципами «необхідного розмаїття» та «ієрархічної компенсації».

Тобто, за В. Р. Ешбі, для покращення управління, яке необхідне для виходу на новий рівень складності, потрібна необхідна різноманітність розмаїтості керуючого впливу та однозначність команд (Ashby, 1956, с.206), і якщо це розмаїття недосяжно у межах одного техногенного суб'єкта, швидко будуть з'являтися/створюватися альтернативні суб'єкти.

Але при загостренні конкурентної боротьби, при ускладненні антагоністичних форм протиборства, проходитиме надзвичайно швидке поглинання малих автономних ЗШІ для концентрації ресурсів, актуалізація закону ієрархічної компенсації, коли, за Е. Седовим, складною ієрархічно організованою системою зростання різноманітності на верхньому рівні забезпечується обмеженням розмаїття на попередніх рівнях.

Якубіосфері бували «кембрійські вибухи» і «великі вимирання», такі самі процеси можуть у техносфері, коли конкуренція між ЗШІ може призводити або до централізації, або до розосередження управління техносферою. Але при оцінках подібних коливань буде помилкою зловживання біологічними аналогіями: швидкість цих змін буде свідомо вищою за швидкість видоутворення в живій природі, при цьому техноценози не обов'язково будуть дезінтегруватися, як зникають під час вимирання біоценози.

## REFERENCES

- Ashby, W. R. (1956). *Introduction to Cybernetics*. Chapman & Hall.  
 Andraea, J. H. (2021). *An AGI Brain for a Robot*. Academic Press.  
 Boltuc, P. (2020). Consciousness for AGI. *Procedia Computer Science*, 169, 365-372. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.02.231>  
 Bostrom, N. (2014). *Superintelligence: Paths, Dangers, Strategies*. Oxford: Oxford University Press.  
 Chen, B., Zhu, X., & del Castillo, F. D. H. (2023). Integrating generative AI in knowledge building. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 5. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100184>

## Висновки.

- ЗШІ, ймовірно, зможуть існувати на кількох структурних рівнях організації техносфери, що дасть їм конкурентні переваги порівняно з людиною;

- показано, що ЗШІ зіткнуться з кількома межами розвитку, які обмежать їхню різноманітність. Межа стабільності: будь-яка консервативна лінія розвитку неминуче стикається з проблемою виснаження доступних ресурсів. Межі швидкості розвитку: нові ресурси вимагають перебудови структури їхнього одержання. Межа симбіотичної взаємодії: надмірне делегування функцій свого суб'єкта іншому суб'єкту в результаті перетворює симбіоз на паразитування. Межа конкуренції: антагоністичне протиборство, в результаті, призводить до необхідності такої кількості захисних механізмів, що суб'єкту стає важко отримувати поточний потік ресурсів;

- встановлено також, що ЗШІ зіткнуться з межею мініатюризації, яка характерна для всіх складних організмів: отримані в результаті еволюції пристосування та здібності втрачають свої переваги при втіленні в занадто малому масштабі. Для ЗШІ такою перевагою є інтелектуальна діяльність: том для забезпечення цілісності його як суб'єкту, необхідно підтримання незалежного циклу «абстрагування-конкретизації», що потребує відповідних когнітивних можливостей та захисту самого процесу мислення від зовнішнього впливу. Тому поява ЗШІ на носіях, порівнянних за розмірами з біологічною клітиною, вкрай мало ймовірна. Відповідні носії програмного забезпечення для ЗШІ будуть або не розроблені, або не зможуть досягати необхідного рівня автономності;

- показано, що з збереження суб'єктності автономний ЗШІ повинен управляти локальним ресурсом краще, ніж периферійна програма у складі глобального ЗШІ, і різниця як управління має давати локальному ЗШІ необхідні ресурси/можливості збереження себе від поглинання, інтеграції із боку більшого ЗШІ;

- на основі перерахованих обмежень проведено оцінки мінімальної та максимальної чисельності ЗШІ у техносфері. Також показано, що ймовірні періодичні скорочення та збільшення чисельності ЗШІ не будуть точно відповідати біологічним аналогіями вимирання видів або видоутворення, але описуватимуться діалектичним співвідношенням законів «необхідної різноманітності» та «ієрархічної компенсації».

- Dahiya, A., Aroyo, A. M., Dautenhahn, K., & Smith, S. L. (2022). A survey of multi-agent Human–Robot Interaction systems. *Robotics and Autonomous Systems*, 161. <https://doi.org/10.1016/j.robot.2022.104335>
- Fosch-Villaronga, E., & Millard, C. (2019). Cloud robotics law and regulation: Challenges in the governance of complex and dynamic cyber-physical ecosystems. *Robotics and Autonomous Systems*, 119, 77-91.
- Gacsi, M., Kis, A., Farago, T., Janiak, M., & Muszynski, R. (2016). Humans attribute emotions to a robot that shows simple behavioural patterns borrowed from dog behaviour. *Computers in Human Behavior*, 59, 411-419. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.02.043>
- Hanken, J. (1993). Miniaturization of Body Size: Organismal Consequences and Evolutionary Significance January. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 24(1), 501-519. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.24.1.501>
- Himeur, Y., Nabil Sayed, A., Alsalemi, A., Bensaali, F., & Amira, A. (2024). Edge AI for Internet of Energy: Challenges and perspectives. *Internet of Things*, 25. <https://doi.org/10.1016/j.iot.2023.101035>
- Kabir, H., Tham, M., & Choon Chang, Y. (2023). Internet of robotic things for mobile robots: Concepts, technologies, challenges, applications, and future directions. *Digital Communications and Networks*, 9, 1265-1290. <https://doi.org/10.1016/j.dcan.2023.05.006>
- Kenji, D., & Tadahi, T. (2019). Toward evolutionary and developmental intelligence. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 29, 91-96. <https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2019.04.006>
- Li, M., Wu, J., Lin, D., Yang, J., Jiao, N., Wang, Y., & Liu, L. (2022). A diatom-based biohybrid microrobot with a high drug-loading capacity and pH-sensitive drug release for target therapy. *Acta Biomaterialia*, 154, 443-453. <https://doi.org/10.1016/j.actbio.2022.10.019>
- Mumford, L. (1970). *The myth of the machine* (1st ed.). New York: Harcourt, Brace & World.
- Rani, R., Kashyap, V., & Khurana, M. (2022). Role of IoT-Cloud Ecosystem in Smart Cities: Review and Challenges. *Materialtoday: proceedings*, 49, 2994-2998. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.10.054>
- Rodriguez-Garcia, P., Li, Y., Lopez-Lopez, D., & Juan, A. A. (2023). Strategic decision making in smart home ecosystems: A review on the use of artificial intelligence and Internet of things. *Internet of Things*, 22. <https://doi.org/10.1016/j.iot.2023.100772>
- Selten, F., & Klievink, B. (2024). Organizing public sector AI adoption: Navigating between separation and integration. *Government Information Quarterly*, 41. <https://doi.org/10.1016/j.giq.2023.101885>
- Torres, J. V., Herrera, F. S., Garrido, F. B., Hernandez, P. C., Bejarano, M. H., Molina, H. N., & Martinez, J. L. D. (2020). Construction of a robotic arm to improve the communication of people with auditive or non-verbal disabilities. *Procedia Computer Science*, 177, 292-299.
- Vrba, J., Maslen, C., Maxova, J., Duras, J., Rehor, I., & Mares, J. (2021). An automated platform for assembling light-powered hydrogel microrobots and their subsequent chemical binding. *Journal of Computational Science*, 55. <https://doi.org/10.1016/j.jocs.2021.101446>