

Evolution of the Information Bubble: From the Womb to Algorithms (v1.1)

Conceptual framework paper

Abstract

The term “information bubble” is usually reserved for social media and personalized news feeds. This paper proposes a wider view: an information bubble is the entire inner world of a person, understood as a dynamic generative model of reality implemented in the brain. Drawing on predictive processing, active inference, the concept of Umwelt, attachment theory and research on algorithmic filtering, the paper outlines a continuous developmental trajectory from prenatal experience to digital platforms.

The “bubble” is not treated as a static container or by default as a pathology, but as a four-dimensional metaphor for an evolving trajectory of brain states in time. Under healthy conditions this internal model is plastic and constantly updated by prediction errors. Under conditions of trauma, rigid attachment patterns and algorithmic over-stimulation it can become narrowed and resistant to change.

The framework distinguishes between secure and insecure attachment as different “bubble ecologies”, and between natural environments and algorithmically amplified “supernormal” stimuli. Finally, the paper argues that the proposed model should be seen as a conceptual scaffold for education and media literacy rather than a fully formalized scientific theory, and sketches directions for future Bayesian and dynamical modelling.

Keywords: information bubble; predictive processing; active inference; Umwelt; attachment; epistemic trust; social media; algorithmic filtering; echo chambers; supernormal stimuli

1. Introduction: From media bubble to inner universe

In public debate the information bubble is usually described as a side effect of social media personalization: algorithms show us only what we already agree with, and our view of the world narrows. This description is not wrong, but it starts too late in the story.

Long before a person opens a news feed, they already carry an internal world made of stable patterns of neural activity, expectations and meanings. The central claim of this paper is simple:

A human being never encounters “raw reality” directly. What we live in day by day is an internally generated model of the world, tuned by experience and constantly updated or defended.

I call this model the *information bubble*. The term is deliberately provocative: it connects media-age worries about echo chambers with older questions from neuroscience, developmental psychology and sociology about how a self and a world are constructed.

To avoid misunderstanding, from the outset I define:

- The bubble is **not** necessarily a defect or prison. It is the normal format of subjective experience.
- It becomes pathological when its **structure** is rigid, when prediction errors are chronically ignored and when its borders are tightened by trauma or manipulation.

The rest of the paper develops this view from three angles: brain and perception, psychological development, and socio-technical systems.

2. Theoretical background

2.1 Brain as prediction machine and active agent

Contemporary neuroscience describes the brain not as a passive receiver of sensory data, but as a prediction machine that constantly generates hypotheses about the causes of sensory inputs and updates them by minimizing prediction error or “free energy”.

In predictive processing and active inference frameworks, perception, action and learning are all aspects of this continual attempt to reduce surprise under constraints. Exploration and the search for novelty are not optional luxuries: they are core strategies for improving the internal model when uncertainty is high.

Within this view, what a person experiences at any moment is the current “best guess” of a hierarchical generative model. The senses provide constraints and occasional shocks, but the content of experience is largely top-down.

2.2 Umwelt and cognitive ecology

The concept of *Umwelt*, introduced in ethology, describes the “subjective world” of an organism: not the physical environment itself, but the subset of features that matter for survival and action given its sensory and motor capacities. A tick “lives” in a world of warmth and smell, a bat in acoustic structures, a human infant initially in touch, rhythm and basic prosody.

For human beings, this Umwelt is transformed by language, culture and institutions. What counts as relevant, threatening or meaningful is not given simply by physics, but by social practices and shared narratives. The information bubble is, in this sense, a personalized Umwelt inside a broader cultural field.

2.3 From generative model to “4D bubble”

To tie these ideas together, I use the metaphor of a four-dimensional information bubble:

- Three dimensions correspond to the spatial and conceptual structure of the current inner world.
- The fourth dimension is time: the history of how this structure has been shaped by previous experiences and updates.

More strictly, one could say that each person occupies a trajectory in a high-dimensional state space of possible internal models. The “bubble” is the region of states that this trajectory tends to revisit, the basin of attraction sculpted by learning and habit.

The 4D language is therefore explicitly metaphorical. It is not a physical model of space-time, but a compact way to speak about a person’s evolving pattern of neural and cognitive states across their lifespan.

This metaphor does not deny the existence of an objective world. It aligns with philosophical “indirect realism”: we acknowledge a reality outside the head, but we only ever access it through models. Some models are more accurate, flexible and life-supporting than others, and this is where questions of truth and ethics enter.

3. Developmental trajectory of the information bubble

3.1 Prenatal tuning: the “zero bubble”

The first environment of a human being is the womb. Fetuses are not blank: they react to light, pressure, chemicals and, importantly, to rhythms of the mother’s body and voice. Research suggests that newborns already recognize prosodic patterns of the language(s) they heard in utero and show familiarity with recurring auditory structures.

In this framework, the prenatal period is not the source of later political beliefs or ideological content. Instead, it provides initial **parameter settings**: thresholds of arousal, sensitivity to certain rhythms and stress patterns, a kind of low-frequency tuning of the nervous system.

This earliest “zero bubble” is thus a warm, rhythmic, relatively low-entropy world with few objects but strong regularities. It sets the ground upon which later experiences will build, without dictating their specific content.

3.2 Birth and sensory recalibration

Birth violently breaks this first niche. The infant’s senses are flooded with light, temperature changes, new smells and unfamiliar sounds. In predictive processing terms, the newborn experiences a storm of prediction errors. Over the first months, new patterns stabilize: faces, feeding routines, the difference between self-initiated and external events.

The bubble expands from a purely visceral environment to a world with bodies, distances and simple social scenes. Crucially, this happens in continuous interaction with caregivers.

3.3 Attachment: bubble as bridge or shield

Attachment theory has shown that early relationships with caregivers shape internal working models of self and others. These models are not only emotional; they also structure epistemic trust – a person’s default stance toward information that comes from other minds.

From the perspective of the information bubble, we can distinguish two broad ecological patterns:

- **Secure attachment:**
 - The child learns that others are, on average, reliable and responsive.
 - The internal model of “others” is predictable enough that new information can be explored without catastrophic anxiety.
 - The bubble remains *permeable*: borders are flexible, new perspectives can be integrated.
- **Insecure or traumatic attachment:**
 - The child encounters caregivers as unpredictable, intrusive or absent.
 - Epistemic trust is fragile; incoming information is treated with suspicion or is simply not processed.
 - The bubble tends to become *rigid and defensive*, functioning more as a shield than a bridge.

In adulthood these patterns are not destiny, but they influence how people relate to communities, authorities and media. A secure bubble makes it easier to step outside one’s habitual view. A fragile bubble pushes toward defensive closure.

3.4 Language, culture and institutions

With language acquisition the bubble becomes densely structured. Words carve categories, narratives link events into coherent stories, institutions offer roles and scripts. A child not only perceives the world, but learns what counts as normal, forbidden, sacred, funny, dangerous.

Sociology has long argued that reality is socially constructed through such shared practices and institutions. The present framework translates this into cognitive terms: cultural patterns provide high-level priors that shape how lower-level sensory signals are interpreted.

The information bubble of an adult is therefore not just a private hallucination, but a socially scaffolded construction. However, different social environments lead to different habitual priors, and thus to different preferred “versions” of reality.

3.5 Algorithms and supernormal stimuli

Digital algorithms enter this picture late, but with disproportionate force. Recommendation systems and personalized feeds learn from our past actions which signals capture our attention and then amplify them. In ethological terms, they often function as *supernormal stimuli*: artificial configurations of novelty, outrage, cuteness or status that trigger stronger responses than most natural events.

From the point of view of the bubble, algorithms do two things simultaneously:

1. They **follow** existing patterns in the generative model – our interests, fears and identities.
2. They **intensify** those patterns by exposing us to exaggerated versions and by reducing the variety of alternative signals.

The result can be a “steepening” of attractor basins: once a person is caught in a particular interpretive groove, it becomes harder for prediction errors to pull them out. In extreme cases this leads to self-sealing belief systems, conspiracy communities or addictive scrolling patterns.

Algorithms do not create the bubble ex nihilo. They reconfigure its geometry and increase the energy barriers between different regions of the inner state space.

4. Politics, propaganda and algorithmic architectures

Propaganda has always worked not by supplying new facts, but by reorganizing existing priors: redefining who is “us” and who is “them”, which sources are trusted and which are dismissed. Modern platforms add three ingredients:

- **Granular micro-targeting**, where messages are matched to fine-grained profiles of existing bubbles.
- **Feedback metrics** (likes, shares, watch time) that reward emotionally charged content.
- **Rapid homophilic clustering**, where like-minded bubbles find each other and reinforce shared narratives.

Within the proposed framework, political polarization can be seen as the formation of separate, mutually incomprehensible attractor basins in the space of models. People do not simply disagree about facts; they inhabit partially incompatible generative worlds, trained on different histories of interaction and media streams.

This perspective suggests that any intervention that ignores early attachment patterns, epistemic trust and the affective economy of platforms will only scratch the surface.

5. Education and media literacy as bubble ecology

If the information bubble is the basic format of human cognition, then the goal of education is not to “burst” it, but to cultivate a healthy ecology of bubbles:

- strengthening secure attachment and epistemic trust,
- teaching meta-cognitive skills for noticing one’s own priors,
- exposing learners to diverse but trustworthy perspectives,
- making the workings of algorithms explicit rather than invisible,
- supporting spaces where disagreement can be processed without immediate expulsion from the group.

Media literacy in this sense is less about fact-checking isolated claims and more about learning how internal models are built, how they become rigid and how they can be flexibly updated.

6. Limitations and directions for formal modelling

This paper is intentionally conceptual. It does not yet provide a precise mathematical model of the information bubble, nor empirical tests that would distinguish it from existing theories.

Several limitations are important:

1. **Scope of prenatal claims.**
Prenatal and early experiences are treated here as tuning parameters for sensitivity and arousal, not as direct determinants of later ideological content.
2. **Attachment and diversity of paths.**
Attachment patterns are influential but not deterministic. Later relationships, culture and deliberate practice can reshape the bubble.
3. **Metaphorical use of “4D”.**
The four-dimensional language is a metaphor for trajectories in state space, not a claim about physical geometry.
4. **Algorithms as active manipulators.**
While algorithms are framed as working with existing priors, their ability to generate supernormal stimuli and reshape attention patterns means they should be treated as active forces, not neutral mirrors.

For the framework to move toward a formal theory, several steps are needed:

- expressing the bubble as a set of hierarchical Bayesian priors with parameterized precisions;
 - modelling how different histories of prediction error lead to different attractor geometries;
 - empirically measuring rigidity of priors, for example through resistance to disconfirming evidence in controlled tasks;
 - integrating data from attachment research, developmental neuroimaging and studies of online behavior.
-

7. Conclusion

The metaphor of the information bubble, extended beyond social media, invites us to see each person as living inside a dynamic, four-dimensional inner universe shaped by biology, attachment, culture and technology. This universe is not a prison by default. It is the necessary medium of subjective life.

The danger of the digital age is not that bubbles exist, but that some of them become unnaturally rigid and isolated under the combined pressure of trauma, polarized institutions and algorithmic superstimuli. The hope is that by understanding how bubbles are formed and deformed, we can design educational, therapeutic and technical practices that keep them permeable, self-correcting and open to reality.

УКРАЇНСЬКА ВЕРСІЯ

Еволюція інформаційної бульбашки: від утроби до алгоритмів (v1.1)

Концептуальна рамка

Анотація

Термін «інформаційна бульбашка» зазвичай застосовують до соцмереж та персоналізованих стрічок новин. У цій статті пропонується ширше бачення: інформаційна бульбашка - це весь внутрішній світ людини, зрозумілий як динамічна генеративна модель реальності, реалізована в мозку.

Спираючись на підхід прогнозуючого кодування та активного висновку, концепцію Umwelt, теорію прив'язаності та дослідження алгоритмічної фільтрації, стаття окреслює безперервну лінію розвитку від пренатального досвіду до цифрових платформ.

Бульбашка розглядається не як статична капсула і не як патологія за замовчуванням, а як чотирирівнева метафора траєкторії станів мозку в часі. У здорових умовах ця внутрішня модель пластична і постійно оновлюється під дією помилок передбачення. За умов травми, ригідних патернів прив'язаності та алгоритмічної гіперстимуляції вона може звужуватися і ставати стійкою до змін.

У межах цієї рамки розрізняються безпечна та небезпечна прив'язаність як різні «екології бульбашок», а також природне середовище і алгоритмічно підсилені «надстимули». Нарешті, стверджується, що запропоновану модель слід розглядати як філософсько-концептуальний каркас для освіти та медіаграмотності, а не як повністю верифіковану наукову теорію, і окреслюються напрями майбутнього байєсівського та динамічного моделювання.

Ключові слова: інформаційна бульбашка; прогнозуюче кодування; активний висновок; Umwelt; прив'язаність; епістемічна довіра; соціальні мережі; алгоритмічна фільтрація; ехокамери; надстимули

1. Вступ: від медіа-бульбашки до внутрішнього всесвіту

У публічних дискусіях інформаційну бульбашку зазвичай описують як побічний ефект персоналізації: алгоритми показують нам тільки те, з чим ми вже згодні, і наш погляд на світ звужується. Це опис не хибний, але він починається занадто пізно.

Задовго до того, як людина відкриває стрічку новин, вона вже несе всередині цілий внутрішній світ, складений зі стійких нейронних патернів, очікувань і смислів. Центральна теза цієї статті проста:

Людина ніколи не має доступу до «чистої реальності» безпосередньо. Життя відбувається всередині внутрішньої моделі світу, яка налаштовується досвідом і постійно або оновлюється, або захищається.

Цю модель я називаю *інформаційною бульбашкою*. Термін свідомо провокативний: він з'єднує сучасні страхи навколо соцмереж з давнішими питаннями нейронауки, психології розвитку та соціології про те, як конструюються «я» і «світ».

Щоб уникнути непорозумінь, відразу зафіксуємо:

- Бульбашка **не обов'язково** є дефектом чи в'язницею. Це нормальний формат суб'єктивного досвіду.
- Вона стає патологічною, коли її **структура** стає ригідною, коли помилки передбачення хронічно ігноруються, а межі затягуються травмою чи маніпуляціями.

Далі погляд на бульбашку розгортається з трьох боків: мозок і сприйняття, психологічний розвиток, соціально-технологічні системи.

2. Теоретичні засади

2.1 Мозок як машина передбачення і активний агент

Сучасна нейронаука описує мозок не як пасивний приймач сенсорних даних, а як машину передбачення, що безперервно генерує гіпотези про причини сенсорних сигналів і оновлює їх, мінімізуючи помилки передбачення чи «вільну енергію».

У рамках прогнозуючого кодування та активного висновку сприйняття, дія і навчання розглядаються як різні прояви однієї задачі - зменшення сюрпризу під обмеженнями. Пошук новизни і дослідження - не розкіш, а базова стратегія поліпшення внутрішньої моделі, коли невизначеність висока.

У цьому світлі те, що людина переживає в кожен момент, - це поточна «найкраща здогадка» ієрархічної генеративної моделі. Органи чуття задають обмеження і час від часу завдають «ударів», але зміст досвіду значною мірою формується зверху вниз.

2.2 Umwelt і когнітивна екологія

Поняття *Umwelt*, запроваджене в етології, описує «суб'єктивний світ» організму: не саму фізичну реальність, а ту її частину, яка має значення для виживання і дії з огляду на доступні йому сенсорні та моторні можливості. Для кліща світ - це тепло і запах, для кажана - акустичні структури, для людського немовляти спочатку - дотик, ритм і базова просодика.

У людини *Umwelt* радикально трансформується мовою, культурою та інституціями. Те, що вважається важливим, небезпечним чи осмисленим, задається не лише фізикою, а й соціальними практиками. Інформаційну бульбашку можна розглядати як персоналізований *Umwelt* усередині ширшого культурного поля.

2.3 Від генеративної моделі до «4D-бульбашки»

Щоб поєднати ці ідеї, використовується метафора чотиривимірної інформаційної бульбашки:

- Три виміри відповідають просторовій та концептуальній структурі поточного внутрішнього світу.
- Четвертий вимір - час, історія того, як ця структура формувалась попереднім досвідом та оновленнями.

Строгіше кажучи, кожна людина рухається траєкторією у багатовимірному просторі можливих внутрішніх моделей. «Бульбашка» - це область станів, куди ця траєкторія постійно повертається, басейн притягання, сформований навчанням і звичками.

Мова про 4D тут свідомо метафорична. Це не фізична модель простору-часу, а стислий спосіб говорити про еволюцію патернів нейронних і когнітивних станів упродовж життя.

Ця метафора не заперечує існування об'єктивного світу. Вона узгоджується з «непрямим реалізмом»: світ поза головою існує, але ми взаємодіємо з ним лише через моделі. Одні моделі точніші, гнучкіші і життєздатніші за інші - саме тут з'являються питання істини та етики.

3. Розвиток інформаційної бульбашки

3.1 Пренатальне налаштування: «нульова бульбашка»

Першим середовищем людини є утроба. Плід не є «чистим аркушем»: він реагує на світло, тиск, хімічні сигнали і, що важливо, на ритми тіла та голосу матері. Дослідження свідчать, що новонароджені вже впізнають просодичні патерни мов, які звучали в утробі, і проявляють знайомство з повторюваними акустичними структурами.

У цій рамці пренатальний період не є джерелом майбутніх політичних переконань чи ідеологічного контенту. Він задає передусім **параметри налаштування**: пороги збудження, чутливість до певних ритмів та стресових патернів, низькочастотне «тюнінгування» нервової системи.

Ця найперша «нульова бульбашка» - теплий, ритмічний, відносно низькоентропійний світ з малою кількістю об'єктів, але з потужними регулярностями. Вона створює ґрунт для подальшого розвитку, але не диктує його конкретного змісту.

3.2 Народження і сенсорна перекалібровка

Народження різко руйнує цей перший «кокон». Органи чуття немовляти затоплюють світло, перепади температури, нові запахи й незнайомі звуки. У термінах прогнозуючого кодування немовля переживає бурю помилок передбачення. У перші місяці життя стабілізуються нові патерни: обличчя, режим годування, відмінність між власноруховими і зовнішніми подіями.

Бульбашка розширюється від суто вісцерального середовища до світу тіл, відстаней і простих соціальних сцен. І все це відбувається в постійній взаємодії з дорослими.

3.3 Прив'язаність: бульбашка як міст або щит

Теорія прив'язаності показала, що ранні стосунки з доглядальниками формують внутрішні робочі моделі себе та інших. Ці моделі не лише емоційні, а й епістемічні: вони визначають базову довіру до інформації, що приходить від інших людей.

З точки зору інформаційної бульбашки можна виділити дві широкі екології:

- **Безпечна прив'язаність**
 - Дорослі загалом передбачувані і чуйні.
 - Модель «іншого» достатньо надійна, щоб дозволити собі досліджувати нову інформацію без катастрофічної тривоги.
 - Бульбашка залишається *проникною*: її межі гнучкі, нові перспективи інтегруються.
- **Небезпечна або травматична прив'язаність**
 - Дорослі сприймаються як непередбачувані, надмірно вторгальні або відсутні.
 - Епістемічна довіра крихка; нова інформація зустрічається з підозрою або взагалі не опрацьовується.
 - Бульбашка стає *ригідною й оборонною*, більше схожою на щит, ніж на міст.

У дорослому житті ці патерни не є вироком, але вони впливають на те, як людина ставиться до спільнот, авторитетів і медіа. Безпечна бульбашка полегшує вихід за межі власного бачення. Крихка бульбашка штовхає до захисного замикання.

3.4 Мова, культура й інституції

З опануванням мови бульбашка стає густо структурованою. Слова вирізають категорії, наративи зв'язують події в історії, інституції пропонують ролі й сценарії. Дитина не лише сприймає світ, а й навчається, що вважається нормальним, забороненим, святим, смішним чи небезпечним.

Соціологія давно говорить про соціальне конструювання реальності. У нашій рамці це перекладається на когнітивну мову: культурні патерни задають високорівневі апріорні уявлення, які визначають, як інтерпретуються сигнали нижчих рівнів.

Отже, інформаційна бульбашка дорослого - це не приватна галюцинація, а соціально підперта конструкція. Але різні соціальні середовища формують різні набірні пріори і, відповідно, різні переважні «версії» світу.

3.5 Алгоритми та надстимули

Алгоритми з'являються в цій історії пізно, але діють непропорційно сильно. Системи рекомендацій і персоналізовані стрічки вчать на наших попередніх діях, які сигнали привертають увагу, і потім підсилюють їх. У термінах етології вони часто виконують роль *надстимулів*: штучних конфігурацій новизни, обурення, мімімішності чи статусу, що викликають реакції сильніші, ніж більшість природних подій.

Для бульбашки алгоритми роблять одразу дві речі:

1. **Слідують** уже наявним патернам генеративної моделі - нашим інтересам, страхам, ідентичностям.
2. **Підсилюють** ці патерни, показуючи перебільшені версії та звужуючи різноманіття альтернативних сигналів.

У результаті «схили» атракторів крутішають: опинившись у певній інтерпретативній колії, людині дедалі важче вийти з неї навіть під тиском суперечливих даних. У крайніх випадках це веде до самозамкнених вірувань, конспірологічних спільнот чи нав'язливого скролінгу.

Алгоритми не створюють бульбашку з нуля. Вони перекроюють її геометрію і збільшують енергетичні бар'єри між різними зонами внутрішнього простору станів.

4. Політика, пропаганда й архітектура платформ

Пропаганда завжди працювала не через «нові факти», а через перекроювання наявних пріоритів: зміну того, хто «свій» і хто «чужий», кому можна довіряти, а хто завжди бреше. Сучасні платформи додають три інгредієнти:

- **Тонке мікротаргетування**, коли повідомлення підгоняються під конкретні профілі бульбашок.
- **Метрики зворотного зв'язку** (лайки, репости, час перегляду), які винагороджують емоційно заряджений контент.
- **Швидке гомофільне кластерування**, коли схожі бульбашки знаходять одна одну і взаємно підсилюють наративи.

У запропонованій рамці політична поляризація виглядає як формування окремих, частково несумісних басейнів притягання в просторі моделей. Люди не просто не погоджуються щодо фактів - вони живуть у різних генеративних світах, натренованих на різні історії взаємодій і медіаспоживання.

Це означає, що інтервенції, які ігнорують ранні патерни прив'язаності, епістемічну довіру і афективну економіку платформ, залишаються поверхневими.

5. Освіта і медіаграмотність як екологія бульбашок

Якщо інформаційна бульбашка - базовий формат людського мислення, тоді завдання освіти полягає не в тому, щоб «проколоти» її, а в тому, щоб сформувати здорову екологію бульбашок:

- зміцнювати безпечну прив'язаність та епістемічну довіру;
- навчати метакогнітивних навичок помічати власні пріори;
- забезпечувати доступ до різноманітних, але надійних джерел;
- робити роботу алгоритмів прозорою, а не невидимою;
- підтримувати простори, де можна конфліктувати і не бути негайно вигнаним з групи.

У цьому сенсі медіаграмотність - це менше про перевірку окремих фактів і більше про розуміння того, як будуються, закріплюються і оновлюються внутрішні моделі.

6. Обмеження та напрями формалізації

Ця робота свідомо має статус концептуальної рамки. Вона ще не пропонує строгої математичної моделі інформаційної бульбашки і не дає набору емпіричних тестів, які б однозначно відрізняли її від інших підходів.

Ключові обмеження:

1. Межі пренатальних тверджень.

Пренатальний та ранній досвід тут розглядається як налаштування чутливості й регуляції, а не як прямий детермінант ідеологічного змісту.

2. Прив'язаність і множинність траєкторій.

Патерни прив'язаності впливають на бульбашку, але не визначають її остаточно. Пізніші стосунки, культура і свідомі практики можуть суттєво її переформатувати.

3. Метафоричність «4D».

Чотиривимірність - це мова про траєкторії у просторі станів, а не про фізичну геометрію.

4. Алгоритми як активні маніпулятори.

Хоч алгоритми й працюють з наявними пріорами, їхня здатність генерувати надстимули та переключувати увагу означає, що їх потрібно розглядати як активні сили, а не як нейтральні дзеркала.

Щоб перетворити цю рамку на формалізовану теорію, потрібні принаймні такі кроки:

- описати бульбашку як набір ієрархічних байєсівських пріорів із параметрами «точності»;
- змодельовати, як різні історії помилок передбачення формують різну геометрію атракторів;
- емпірично вимірювати ригідність пріорів, наприклад через опір спростувальним даним у контрольованих задачах;
- інтегрувати результати досліджень прив'язаності, розвитку мозку та онлайн-поведінки.

7. Висновки

Розширена метафора інформаційної бульбашки пропонує бачити кожну людину як таку, що живе в динамічному, чотиривимірному внутрішньому всесвіті, сформованому біологією, прив'язаністю, культурою та технологіями. Цей всесвіт не є в'язницею за замовчуванням. Він - необхідне середовище суб'єктивного життя.

Небезпека цифрової епохи не в самому факті існування бульбашок, а в тому, що деякі з них стають ненормально жорсткими та ізольованими під тиском травм, поляризованих інституцій та алгоритмічних надстимулів. Надія полягає в тому, що розуміння того, як бульбашки формуються й деформуються, дозволить нам будувати освітні, терапевтичні та технічні практики, які зберігатимуть їх проникними, самокоригувальними й відкритими до реальності.

References (for both language versions)

(Зручно тримати єдиний список джерел англійською і використовувати його для обох мовних частин.)

1. Friston, K. (2010). The free-energy principle: a unified brain theory? *Nature Reviews Neuroscience*, 11(2), 127-138. scholar.google.com
2. Clark, A. (2013). Whatever next? Predictive brains, situated agents, and the future of cognitive science. *Behavioral and Brain Sciences*, 36(3), 181-204. [Вікіпедія](#)
3. Seth, A. (2021). *Being You: A New Science of Consciousness*. Faber & Faber. dl.acm.org
4. von Uexküll, J. (2010, original work 1934). *A Foray into the Worlds of Animals and Humans*. University of Minnesota Press.
5. Gervain, J. (2018). The role of prenatal experience in language development. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 21, 62-67.

6. Mariani, B. et al. (2023). Prenatal experience with language shapes the brain. *Science Advances*.
7. Bowlby, J. (1969). *Attachment and Loss. Vol. 1: Attachment*. Basic Books.
8. Ainsworth, M. et al. (1978). *Patterns of Attachment*. Lawrence Erlbaum.
9. Fonagy, P., Luyten, P., & Allison, E. (2015). Epistemic petrification and the restoration of epistemic trust. *Journal of Personality Disorders*, 29, 575-609. sethrf.com
10. Fonagy, P. et al. (2019). Mentalizing, epistemic trust and the phenomenology of psychotherapy. *Psychopathology*. semanticscholar.org
11. Berger, P. L., & Luckmann, T. (1966). *The Social Construction of Reality: A Treatise in the Sociology of Knowledge*. Anchor Books.
12. Pariser, E. (2011). *The Filter Bubble: What the Internet Is Hiding from You*. Penguin.
13. Flaxman, S., Goel, S., & Rao, J. (2016). Filter Bubbles, Echo Chambers, and Online News Consumption. *Public Opinion Quarterly*, 80(S1), 298-320.
14. Tinbergen, N. (1951). *The Study of Instinct*. Oxford University Press. Academia+1