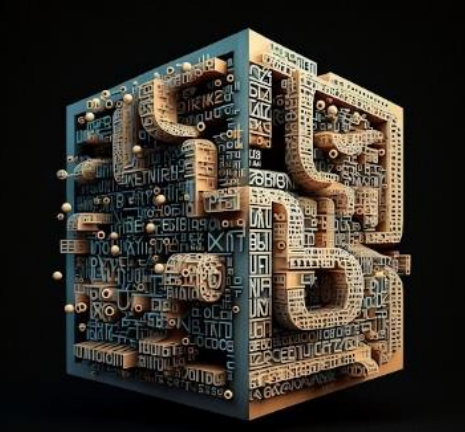


**Міністерство освіти та науки України
Харківський національний економічний
університет імені Семена Кузнеця**



**НАВЧАЛЬНО – НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**
кафедра: Мультимедійних систем і технологій

дисципліна
"ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ"
викладач: доцент, к.т.н.
Токарєв Володимир Володимирович



Тема. Тенденції розвитку мультимедіа.

Еволюція мультимедіа

Тенденції розвитку мультимедіа AR / VR / MR / XR



1. Еволюція мультимедіа

Сучасні мультимедійні технології переходять від пасивного споживання контенту до **інтерактивних** та **імерсивних** форматів. Основні тенденції:

- зростання роздільної здатності (**4K, 8K, HDR**);
- розвиток просторового аудіо (**Dolby Atmos, Ambisonics**);
- інтеграція **штучного інтелекту** в обробку зображень і звуку;
- перехід до **хмарних** мультимедійних сервісів;
- адаптивний стримінг (**HLS, MPEG-DASH**).

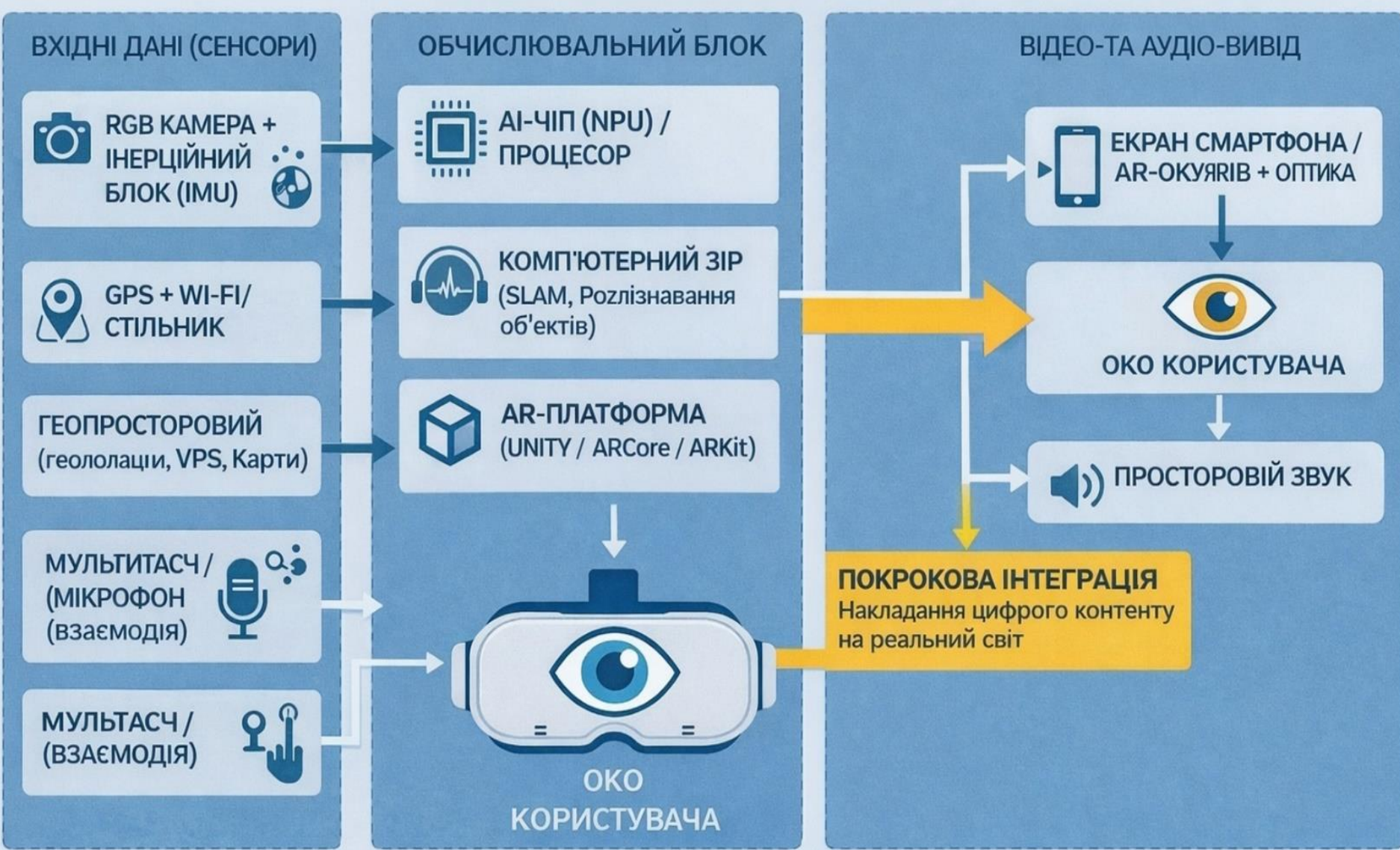
Імерсивні технології:

AR, VR, MR, XR

I. Імерсивна технологія - AR - Augmented Reality.

Доповнена реальність — технологія накладання цифрових об'єктів на реальне середовище в режимі **реального часу**.

Імерсивна технологія – AR - Augmented Reality структурна схема



Доповнена реальність — це не просто візуальне накладання, а складна інформаційна система, що базується на трьох обов'язкових компонентах:

Комбінування: Поєднання реальних і віртуальних об'єктів у єдиному тривимірному просторі.

Інтерактивність: Взаємодія з контентом у реальному часі.

Просторове вирівнювання (Registration): Точна прив'язка віртуальних об'єктів до координат реального світу.

Процес створення AR включає наступні етапи:

1.Scene Capture: Захоплення навколишнього середовища за допомогою RGB-камер та сенсорів глибини (**LiDAR**).

2.Scene Analysis: Визначення поверхонь (**Plane Detection**), розпізнавання об'єктів (**Object Recognition**) та аналіз освітлення.

Важливо: Для реалістичності використовується Light Estimation, щоб віртуальні об'єкти мали тіні, ідентичні до реальних джерел світла.

3.Rendering: Генерація візуального контенту та його виведення на дисплей (**Video see-through** або **Optical see-**

Принципи позиціонування та трекінгу

Для коректного відображення контенту використовуються різні методи локалізації:

Метод	Опис та технологічна база	Сфера застосування
Marker-based	Використання візуальних маркерів (QR-коди, спеціальні символи).	Навчальні посібники, каталоги.
Marker-less (SLAM)	Алгоритми одночасної локалізації та побудови карти (Simultaneous Localization and Mapping).	Навігація в приміщеннях, дизайн інтер'єру.
Location-based	Використання GPS, акселерометра та цифрового компаса.	Туристичні маршрути, ігри.
Projection-based	Пряма проекція світла на фізичні поверхні.	Промислові інструкції на робочих місцях.

проблеми, які вирішуються у дослідницьких лабораторіях

1.Оклюдія (Occlusion) - здатність віртуального об'єкта бути частково перекритим реальним об'єктом (наприклад, віртуальна чашка має ховатися за реальним монітором). Це потребує створення точної карти глибини в реальному часі.

2.FOV (Field of View) - Обмежений кут огляду в сучасних **AR-окулярах**, що створює ефект «обрізаного» зображення.

3.Енергоефективність - опрацювання **SLAM**-алгоритмів потребує значних обчислювальних ресурсів, що призводить до швидкого розряду мобільних пристроїв.

Одним із найважливіших трендів є **WebAR** — можливість використання доповненої реальності без встановлення додаткових застосунків, через браузер. Це реалізується завдяки бібліотекам **AR.js**, **A-Frame** та стандарту **WebXR API**, що значно знижує поріг входу для користувачів.

Тенденції розвитку технології AR:

- мобільні AR-додатки;
- промислові та освітні симуляції;
- інтеграція з геолокаційними сервісами;
- використання комп'ютерного зору.

1.Сучасні тенденції мобільної доповненої реальності (**Mobile AR**)

Глибока інтеграція генеративного **ШІ** в **AR**-екосистеми.

-семантичне розуміння сцени: ШІ дозволяє додатку не просто бачити поверхні, а розуміти контекст об'єктів (наприклад, розрізнити стіл та ліжко для коректного розташування віртуальних меблів);

-інтелектуальні асистенти: Впровадження мультимодальних **ШІ**-помічників, які взаємодіють з користувачем через голос та візуальні підказки в **AR**-інтерфейсі;

Генерація контенту "на льоту": Використання генеративних моделей для створення 3D-активів у реальному часі безпосередньо в мобільному додатку.

Трансформація обчислювальної моделі дозволяє перенести важкі процеси рендерингу зі смартфона у хмару.

-зниження апаратних вимог - завдяки **Cloud AR** високоякісна графіка доступна навіть на пристроях середнього сегмента;

-вплив 5G/6G - Висока швидкість передачі даних та мінімальна затримка (latency) забезпечують миттєву синхронізацію віртуальних об'єктів із хмарними серверами;

-багатокористувацький досвід - можливість взаємодії кількох людей з одним і тим самим віртуальним об'єктом у спільному просторі через хмарну синхронізацію.

В даний час спостерігається відхід від потреби встановлювати важкі додатки для кожної AR-взаємодії.

WebXR API - Стандарт, що дозволяє запускати **AR** безпосередньо в мобільному браузері, що критично важливо для маркетингу та **e-commerce**.

PWA (Progressive Web Apps) - Використання веб-додатків, які мають доступ до камери та датчиків пристрою для реалізації AR-функцій.

Кросплатформенні фреймворки - Розробка на **React Native** з використанням єдиної кодової бази для **iOS** та **Android** стає стандартом галузі.

Мобільний **AR** трансформується з розваг у функціональний інструмент.

Віртуальна примірка (Virtual Try-on) - Точне моделювання одягу, взуття та аксесуарів на тілі користувача з урахуванням фізики тканини.

Просторова навігація - Використання візуального позиціонування (**VPS**) замість **GPS** для точної навігації всередині аеропортів, музеїв.

Промисловий ремонт та логістика - Накладання інтерактивних схем на обладнання для підказки персоналу в реальному часі.

Зі збільшенням кількості даних, які збирають камери смартфонів, питання безпеки стають пріоритетними.

Privacy-first Design - Обробка візуальних даних (наприклад, обличчя або інтер'єру квартири) локально на пристрої (On-device processing).

Регулювання біометрії - Впровадження стандартів захисту даних, що збираються **AR**-датчиками під час взаємодії.

Етичне використання: Запобігання нав'язливій рекламі в AR-просторі та захист особистого простору користувачів.

2.Інтеграція з геолокаційними сервісами

Поєднання **AR** з геолокацією створює новий рівень просторового досвіду.

VPS (Visual Positioning System) - на зміну **GPS** приходять візуальне позиціонування, яке використовує камеру та **AI**-моделі для визначення локації з точністю до сантиметрів навіть всередині будівель.

Навігація нового покоління: Накладання інтерактивних маршрутних вказівок безпосередньо на зображення вулиці через камеру смартфона, що значно спрощує орієнтацію у мегаполісах.

Beacon Technology & UWB: Використання Bluetooth-маячків (Beacons) та технології Ultra-wide band для активації

AR-контенту при наближенні до конкретних точок у ритейлі чи музеях.

Геопросторові "якірні" об'єкти - можливість закріплювати віртуальні об'єкти (рекламу, пам'ятки) за конкретними географічними координатами, які залишаються видимими для всіх користувачів (**Persistent Cloud Anchors**).

3. Використання комп'ютерного зору

Комп'ютерний зір це ядро доповненої реальності. Комп'ютерний зір є «очима» системи **AR**, відповідаючи за розпізнавання оточення, локалізацію та інтеграцію цифрових об'єктів. Виконується перехід від простого виявлення площин (**Plane Detection**) до **семантичного розуміння сцени (Semantic Scene Understanding)**, де система класифікує кожен об'єкт у полі зору.

Технологічний стек: Поєднання алгоритмів **SLAM (Simultaneous Localization and Mapping)** із глибоким навчанням (**Deep Learning**) для досягнення сантиметрової точності позиціонування.

Використання генеративних моделей для створення текстур та 3D-моделей у реальному часі на основі **власних даних із камери**.

Еволюція мультимедіа характеризується



1. Цифровізацією сигналів;
2. Зростанням якості;
3. Оптимізацією компресії;
4. Інтерактивністю;
5. Інтеграцією AI;
6. Переходом до імерсивних технологій.

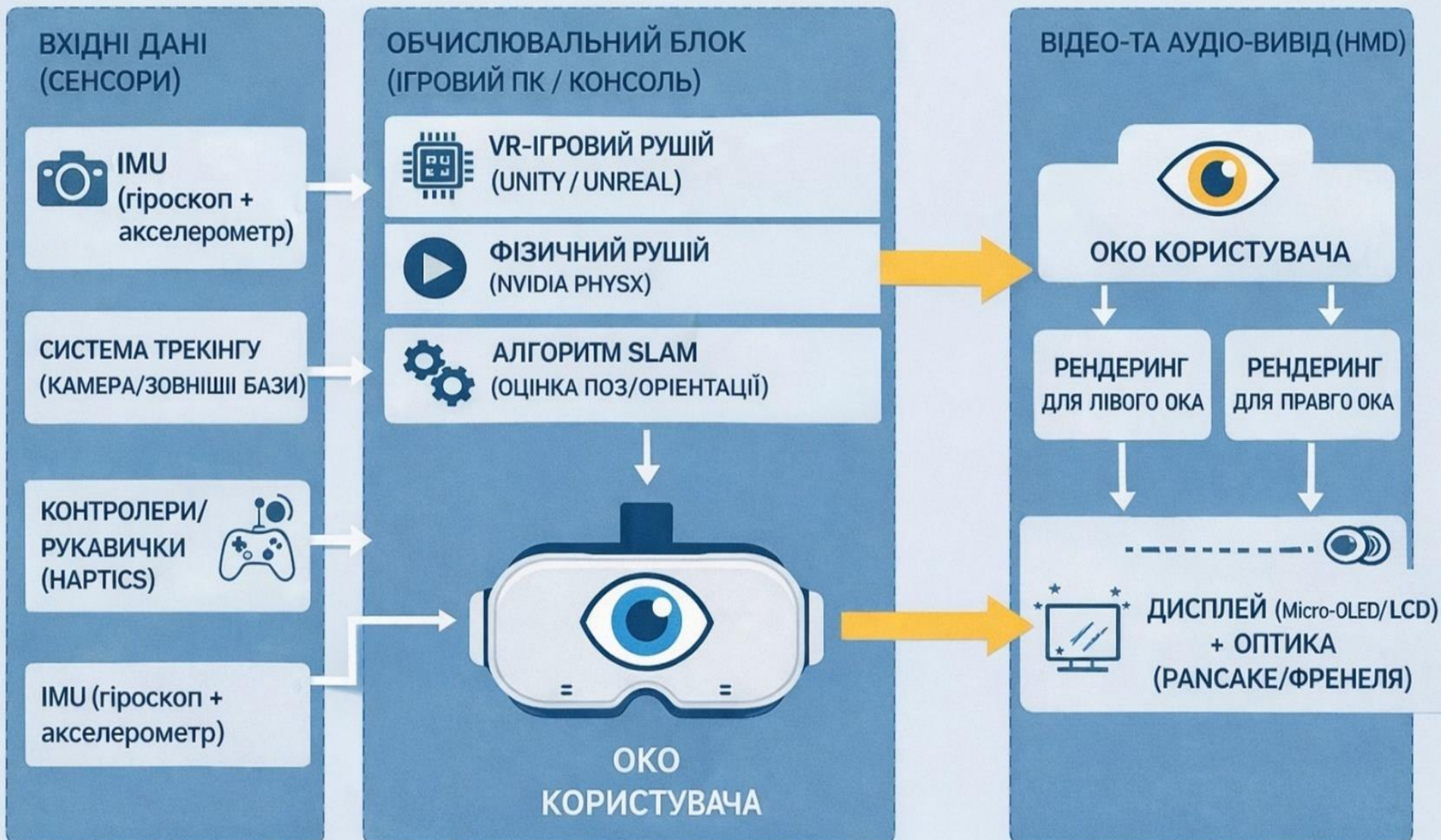
Сучасне мультимедіа — це комплексна система обробки, передачі та інтерактивного представлення аудіовізуальної інформації в реальному часі.

II. Імерсивна технологія - VR - Virtual Reality - Віртуальна реальність, це комп'ютерне моделювання тривимірного середовища, яке повністю ізолює користувача від фізичного світу, забезпечуючи ефект присутності через стимуляцію сенсорних систем.

Класифікація за ступенем занурення:

- Non-Immersive:** Моніторні системи (низький рівень).
- Semi-Immersive:** Проекційні системи (наприклад, кімнати CAVE).
- Immersive:** Шолом віртуальної реальності (**HMD**) з відстеженням рухів **DoF (Six Degrees of Freedom)**.

Імерсивна технологія - VR - Virtual Reality структурна схема



Для досягнення високого рівня іммерсивності критичними є наступні показники:

-поле зору (**Field of View, FOV**). Сучасні системи прагнуть досягти людського показника у **180°–210°** (горизонтально).

-частота оновлення (**Refresh Rate**). Нижчі показники викликають сенсорний конфлікт.

-затримка (**Motion-to-Photon Latency**). Час між рухом голови та оновленням зображення має бути менше **20 мс**, щоб запобігти симптомам кіберхвороби (**motion sickness**).

-щільність пікселів (**PPD**). Для подолання ефекту «екранних дверей» (**SDE**) необхідно досягти **60 PPD (Pixels Per Degree)**, що відповідає гостроті зору.

Ефективність **VR** базується на точності визначення координат користувача в просторі. Використання інтегрованих у шолом камер та алгоритмів **SLAM** для побудови карти оточення та визначення власного положення без зовнішніх датчиків. Відстеження погляду дозволяє реалізувати **Foveated Rendering** (динамічне зниження якості зображення на периферії зору для економії ресурсів **GPU**).

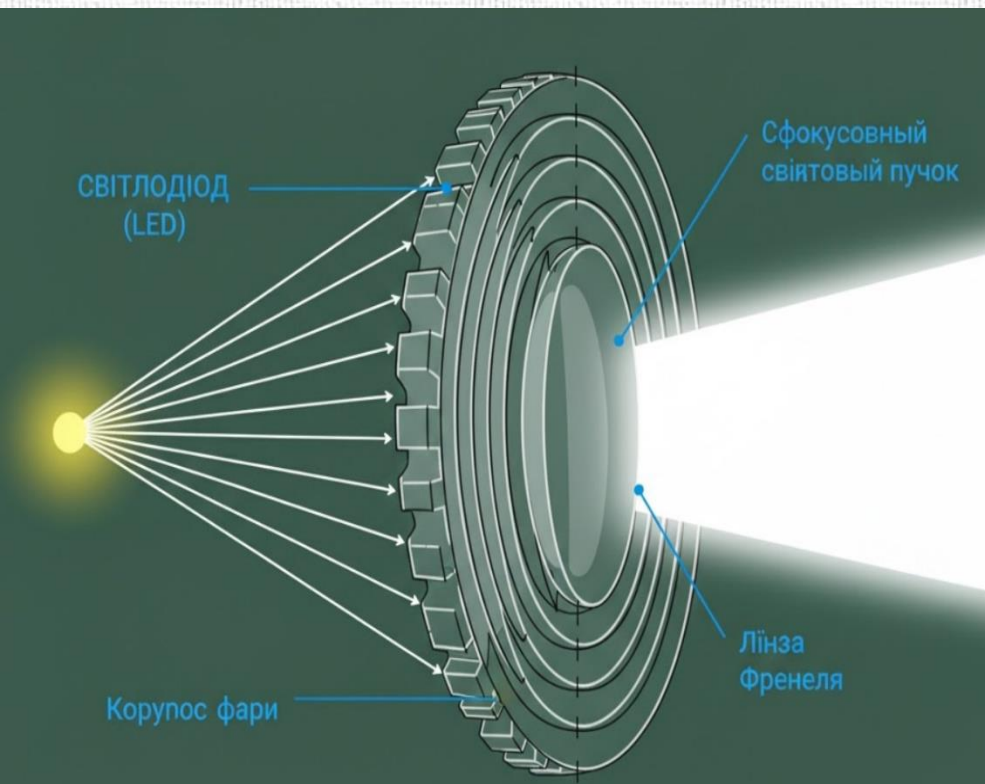
Математично це описується функцією розподілу щільності рендерингу залежно від кута відхилення від оптичної осі погляду. Рендеринг двох зображень у роздільній здатності **4K+** при частоті **120 Гц** потребує екстремальних потужностей **GPU**. Перехід від лінз **Френеля** до **Pancake**-лінз, що дозволяє значно зменшити габарити пристроїв та усунути хроматичні аберації. Використання сучасного стандарту **Wi-Fi** та пропускної здатності **60 ГГц** для передачі відеопотоку без затримок у бездротовому режимі.

Перехід від лінз **Френеля** до **Pancake**-лінз це критичний технологічний перехід в архітектурі **VR**-шоломів (**HMD**), що визначає їх габарити та якість зображення.

Лінзи Френеля - це лінзи зі сходинчастою поверхнею, де замість суцільної сфери використовується серія концентричних кілець з певним профілем. Це дозволяє зробити лінзу великого діаметра дуже тонкою та легкою. Замість товщини скла для заломлення світла використовуються кути нахилу цих «сходинок».

Переваги. Мала вага, низька вартість виробництва, велике поле зору (**FOV**).

Недоліки. Наявність артефактів («промені Бога» або відблиски від кілець) та розмиття зображення по краях.



Лінза Френеля в автомобільній фарі

Крок_№1.

Генерація світлового потоку (Джерело світла). Світлодіод (**LED**) або ксенонова лампа випромінює світло у всіх напрямках попереду себе. Без фокусування це світло буде розсіяним, засліплюватиме зустрічних водіїв і не забезпечуватиме достатньої видимості дороги.

Крок_№2. Лінза Френеля розташовується безпосередньо перед джерелом світла на певній фокусній відстані. Завдяки своїй структурі, кожна кільцева зона лінзи працює як окрема маленька призма, що захоплює промені, які розходяться під великими кутами.

Крок_№3. Коли світловий промінь проходить крізь сходинку (фрагмент лінзи) він заломлюється.

Крок_№4. Оскільки кут нахилу кожної наступної сходинки від центру до периферії розрахований математично, всі розсіяні промені після виходу з лінзи стають паралельними один к одному.

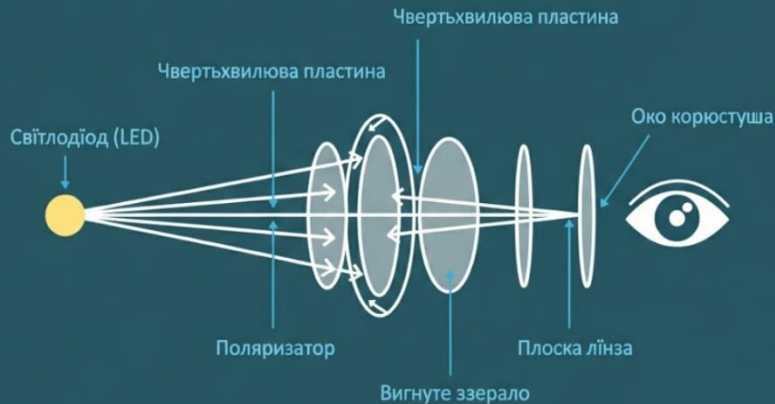
Крок_№5. Це перетворює розсіяне світло на вузькоспрямований, потужний колімований пучок.

Raincake-лінзи. Система з декількох лінз, яка використовує ефект поляризації для «складання» світлового шляху. Світло відбивається всередині лінзи кілька разів, перш ніж потрапити в око. Завдяки багаторазовому відбиттю світло долає велику відстань у дуже малому об'ємі, що дозволяє значно наблизити дисплей до лінзи.

Переваги. Надзвичайна компактність (шолом стає вдвічі тоншим), відсутність кільцевих артефактів, висока чіткість по всьому полю зору.

Недоліки: Велика втрата світла (до 90%), що потребує використання дуже яскравих **Micro-OLED** дисплеїв.

Pancake-лінза



Принцип роботи **Pancake-оптики** в **Apple Vision Pro**. Основна ідея **Pancake-лінз** полягає у «складанні» світлового шляху за допомогою поляризації. Це дозволяє світлу пройти велику фізичну відстань у дуже малому просторі між дисплеєм та оком.

Крок_№ 1. Випромінювання поляризованого світла. В **Apple Vision Pro** використовуються надяскраві **Micro-OLED** дисплеї. Світло від дисплея проходить через перший лінійний поляризатор. На виході ми маємо світлову хвилю, що коливається лише в одній площині.

Крок_№2. Світло потрапляє на **чвертьхвильову пластину** (Quarter-Wave Plate, QWP). Цей оптичний елемент перетворює лінійно поляризоване світло на **кругове** (ліве або праве). Це критично важливо для подальшого «відбиття» світла всередині системи.

Крок_3. Світло досягає вигнутого напівпрозорого дзеркала (Partial Mirror). Частина світла проходить крізь нього, але інша частина відбивається назад у бік дисплея. На цьому етапі шлях світла починає «складатися».

Крок_№4. Відбите світло знову проходить через чвертьхвильову пластину, змінює стан поляризації та відбивається від поляризаційного дзеркала біля дисплея. Світло повертається назад до ока, пройшовши крізь лінзи втретє.

Крок_№5. Фінальне фокусування та вихід до ока. На останньому етапі світло проходить крізь фінальну лінзу, яка коригує фокусну відстань так, щоб око сприймало зображення як таке, що знаходиться на відстані кількох метрів (комфортний фокус для мозку). Завдяки використанню декількох шарів лінз

Apple Vision Pro забезпечує чіткість зображення не лише в центрі, а й по краях (**edge-to-edge clarity**).

III. Імерсивна технологія - MR - Mixed Reality - змішаної реальності.

Ця технологія є найбільш досконалою формою імерсії, оскільки вона не просто доповнює світ, а забезпечує взаємозв'язок між фізичними та цифровими об'єктами. **Mixed Reality (MR)** — це результат об'єднання фізичного світу з цифровим, де реальні та віртуальні об'єкти співіснують і взаємодіють у реальному часі. **MR** охоплює все, що знаходиться між повністю реальним світом і повністю віртуальним (**VR**).

Імерсивна технологія - MR - Mixed Reality - змішаної реальності структурна схема



Якщо **AR** просто накладає контент «поверх» зображення, то **MR** «розуміє» геометрію простору. Віртуальний м'яч у **MR** може закотитися під ваш реальний диван. Ключовий показник це глибока інтеграція цифрових об'єктів у фізичну оклюзію та освітлення.

Технологічний стек «**Video See-Through**» - **Відеопрхідна технологія**. Камери з високою роздільною здатністю та низькою затримкою транслюють реальний світ на внутрішні дисплеї. Сенсори глибини та **LiDAR** створюють тривимірну сітку (**Mesh**) кімнати в реальному часі. Система малює віртуальний об'єкт, враховуючи створену сітку для реалізації оклюзії (перекриття). Поєднання реального відеопотоку та цифрового шару з корекцією тіней та світла для реалістичності. **MR** перетворює навколишнє середовище на інтерфейс користувача:

Spatial Mapping: Безперервне сканування поверхонь (стін, підлоги, меблів) для стабільного розміщення контенту.

Shared Anchors: Можливість декільком користувачам у **MR** бачити один і той самий віртуальний об'єкт у фіксованому місці реальної кімнати.

Природні інтерфейси. Керування здійснюється поглядом (**Eye Tracking**), жестами (**Hand Tracking**) та голосом, без необхідності тримати контролери.

Застосування MR

Заміна фізичних моніторів на нескінченну кількість віртуальних екранів, що «висять» у просторі кабінету.

Спільне проектування автомобілів чи будівель, де команда бачить повнорозмірну **3D**-модель поверх реальних креслень.

Накладання даних **MPT** безпосередньо на тіло пацієнта під час операції, що дозволяє хірургу «бачити крізь тканини».

Симуляція критичних ситуацій у реальному робочому середовищі (наприклад, гасіння віртуальної пожежі в реальному офісі).

Технічні вимоги реалізації MR

Час від моменту потрапляння світла в камеру до виведення його на дисплей має бути мінімальним (в ідеалі < 12 мс), щоб уникнути розсинхронізації з вестибулярним апаратом.

Технічні вимоги реалізації **MR**

Необхідність програмної корекції зображення, оскільки камери розташовані не точно на місці зіниць користувача.

Одночасна робота **AI**-алгоритмів **SLAM**, **LiDAR** та високоякісного рендерингу вимагає значних ресурсів акумулятора.

IV. Імерсивна технологія – XR - Xtended Reality - це інтегральний термін, що охоплює спектр технологій:

- віртуальну (**VR**);

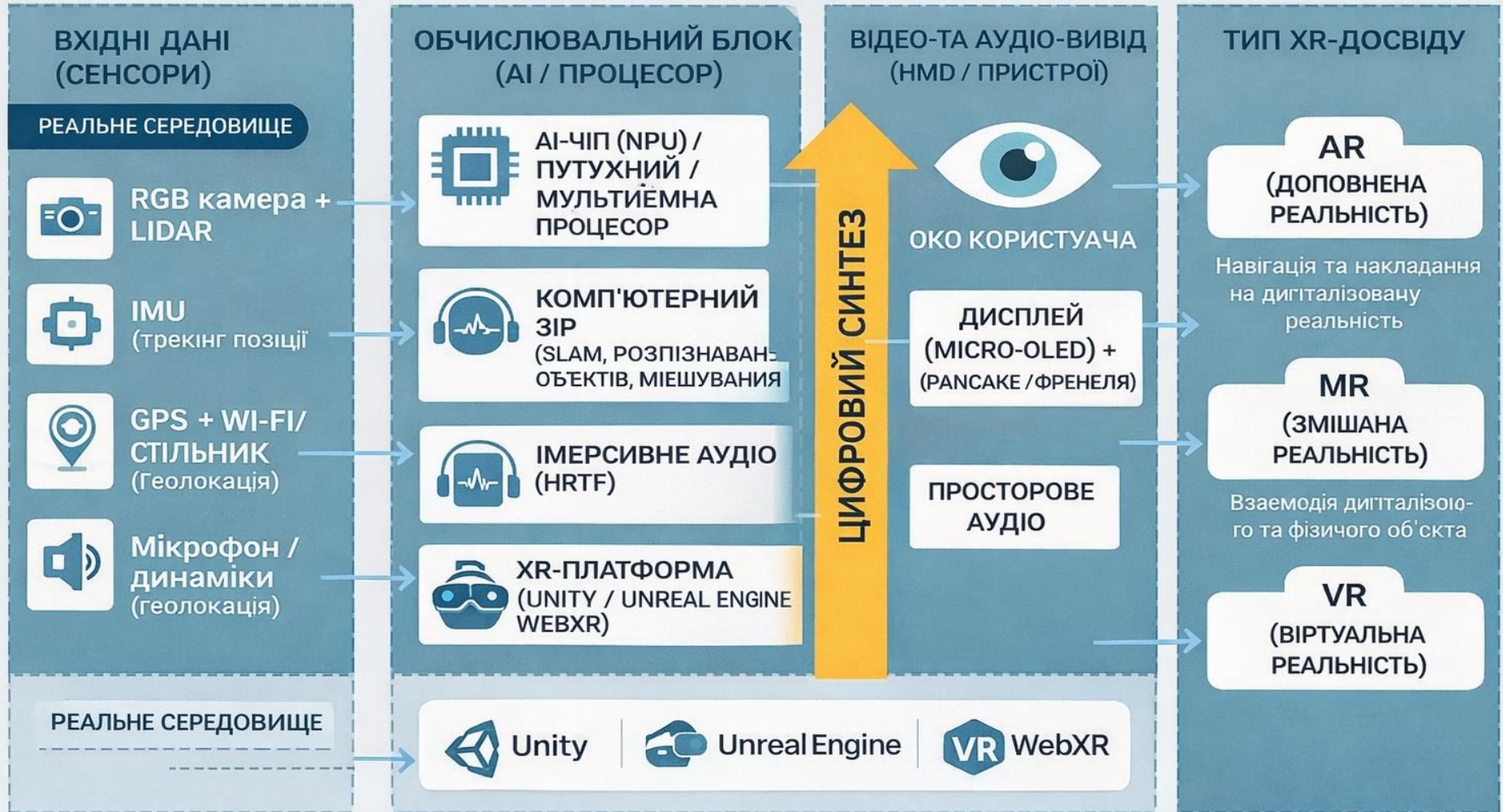
- доповнену (**AR**);

- змішану (**MR**) реальності, а також усі майбутні імерсивні форми, що можуть виникнути в результаті розвитку обчислювальних систем.

Літера «**X**» у назві символізує змінну, яка може набувати значень будь-якої з існуючих або перспективних просторових технологій. **XR** описує повний перехід від суто фізичного світу до повністю синтетичного цифрового середовища.



Архітектура XR-системи



Для забезпечення імерсивного досвіду системи **XR** спираються на три «технологічні стовпи»:

-Обчислювальна потужність (**Spatial Computing**). Обробка величезних масивів даних від сенсорів для розуміння **3D**-геометрії простору в реальному часі.

-Сенсорна інтеграція. Поєднання даних від камер, **LiDAR**, акселерометрів (**IMU**) та систем відстеження погляду для стабілізації віртуальних об'єктів.

-Високошвидкісні мережі (**5G/6G**). Необхідні для **Cloud XR**, де важкий рендеринг відбувається на сервері, а на пристрій передається лише готовий відеопотік із мінімальною затримкою.

Розуміння **XR** неможливе без чіткого розмежування його складових

Технологія	Взаємодія з реальним світом	Типовий пристрій
AR (Доповнена)	Накладання цифрових даних поверх реальності без взаємодії з фізикою.	Смартфон, AR-окуляри.
MR (Змішана)	Віртуальні об'єкти взаємодіють з фізичними (оклюзія, фізика зіткнень).	Apple Vision Pro, Meta Quest 3.
VR (Віртуальна)	Повна ізоляція від фізичного світу, заміна його цифровим.	VR-шоломи (HMD).

Передові тренди **XR**

Початок використання нейроінтерфейсів для прямого керування в **XR**-середовищі силою думки або через м'язові імпульси.

Розвиток ультразвукових та електростимуляційних тактильних систем, що дозволяють «відчувати» текстуру та щільність віртуальних об'єктів без рукавичок.

Можливість безшовного переходу об'єктів та аватарів між різними **XR**-платформами та пристроями.

Інтеграція XR з IoT та 5G перетворює імерсивні пристрої з пасивних візуалізаторів на активні центри управління фізичним світом. XR - Забезпечує людино-машинний інтерфейс (HMI) для візуалізації та взаємодії. IoT - виступає «нервовою системою», постачаючи дані про стан фізичних об'єктів у реальному часі. 5G/6G - виконує роль «магістралі», що забезпечує наднизьку затримку та високу пропускну здатність.

Без мереж п'ятого (та шостого) поколінь повноцінна робота мобільного **XR** неможлива через наступні фактори:

-Скорочення затримки до **1–5** мс, що критично для уникнення десинхронізації між рухом користувача та віртуальною картинкою.

-Пропускна здатність до **10–20** Гбіт/с, необхідна для передачі потокового відео **8K** на кожне око.

-Перенесення рендерингу складних **3D**-сцен з окулярів на сервер оператора зв'язку, що дозволяє робити пристрої легкими та енергоефективними.

Інтеграція з **IoT** та концепція Цифрових Двійників (**Digital Twins**)

IoT наповнює **XR**-середовище змістом через постійний обмін даними. Оператор у **MR**-окулярах, дивлячись на реальний верстат, бачить поверх нього віртуальне табло з показниками температури, тиску та вібрації, отриманими від IoT-датчиків.

Інтеграція з IoT та концепція Цифрових Двійників (Digital Twins)

Користувач може торкнутися віртуальної кнопки в XR-інтерфейсі, що через IoT-протокол призведе до фізичного вимкнення або налаштування реального обладнання. Дані від датчиків положення дозволяють XR-системі точно знати, де в просторі знаходиться кожна одиниця IoT-обладнання.

Прикладні сценарії використання

-Муніципальні служби використовують AR для візуалізації підземних комунікацій (труб, кабелів), отримуючи дані про прориви або напругу безпосередньо від датчиків у реальному часі.

-Хірург проводить операцію за допомогою робота-маніпулятора (IoT), бачачи 3D-модель органів пацієнта (XR), при цьому наднизька затримка 5G гарантує відсутність небезпечного «лага».

-Розумні склади, де AR-окуляри підказують маршрут до товару, а дані від датчиків ваги та RFID-міток (IoT) автоматично оновлюють інвентар.

Висновок.

Розвиток мультимедіа характеризується переходом до інтерактивності, імерсивності та інтелектуалізації контенту. **AR/VR/MR/XR** формують нову парадигму цифрової комунікації, де межа між реальним і віртуальним середовищем поступово стирається.

Штучний інтелект у створенні медіаконтенту

Сучасний етап розвитку медіаіндустрії характеризується переходом від традиційних методів виробництва до **AI-Driven Content Creation**. В основі цього зсуву лежить генеративний штучний інтелект **GenAI**, здатний створювати контент, що за якістю наближається до антропогенного. **ШІ** у медіа — це комплекс алгоритмів машинного навчання, спрямованих на автоматизацію синтезу, редагування та персоналізації текстових, візуальних та аудіовізуальних даних. Еволюційний перехід: Від дискримінативних моделей (класифікація даних) до генеративних (створення нових даних на основі вивчених закономірностей).

Штучний інтелект у створенні медіаконтенту

Великі мовні моделі стали фундаментом для автоматизації копірайтингу, сценаристики та журналістики.

Використання механізмів «уваги» дозволяє моделям розуміти контекст і семантичні зв'язки у великих масивах тексту. Сценарії застосування:

- Автоматичне створення новинних зведень, написання чорнових варіантів сценаріїв та локалізація контенту з урахуванням культурного контексту.

- Проблема галюцинацій: Важливий академічний аспект — схильність моделей до генерації фактично недостовірної інформації, що потребує обов'язкового етапу **Human-in-the-loop** (людської перевірки).

Генерація зображень та відео зазнала найбільш радикальних змін завдяки дифузійним моделям - **Text-to-Image/Video**:

- Алгоритми, що перетворюють природну мову на високодеталізовані візуальні образи (наприклад, моделі сімейства "**Nano Banana**").



Штучний інтелект у створенні медіаконтенту

- Використання **ШІ** для покращення якості відео (upscaling), зміни освітлення або створення цифрових аватарів, які демонструють високу емоційну достовірність.

- Технологія Veo та аналогічні моделі дозволяють генерувати відео з нативним аудіосупроводом, забезпечуючи консистентність між кадрами.

Медіаконтент неможливий без звукового супроводу, де ШІ виконує роль як інструмента, так і композитора. Синтез мовлення (TTS):

- Сучасні системи забезпечують не лише правильну артикуляцію, а й передають емоційне забарвлення, інтонацію та індивідуальні особливості голосу.

- Генерація фонові музики та саунд-дизайну за заданими параметрами (жанр, темп, емоційний профіль).

- Видалення шумів та відновлення пошкоджених фонограм за допомогою нейромережевих фільтрів.

Майбутні тенденції

1. Перехід до моделей, які одночасно працюють з текстом, зображенням, звуком і кодом у межах єдиної логічної структури.
2. Створення адаптивного медіаконтенту, що підлаштовується під реакції та вподобання конкретного користувача.
3. Зниження технічного бар'єру для входу в професії режисера, дизайнера чи аніматора завдяки інтуїтивним AI-інтерфейсам.