

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА
КАФЕДРА ПРОГРАМНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

**до лабораторної роботи № 1 з дисципліни «Віртуальна реальність»
для студентів напряму підготовки “Інженерія програмного забезпечення”**

Львів 2025

Лабораторна робота №1

Тема

Основи роботи з WebXR -- API доповненої реальності на веб платформі.

Мета роботи

Налаштувати середовище розробки для роботи з веб API доповненої реальності, ознайомитись з інструментами веб-розробки, Typescript, Three.js, WebXR API, імплементувати створення простого 3D об'єкту в WebXR, налаштувати remote debugging для мобільного пристрою.

Завдання до лабораторної роботи №1

1. Налаштувати середовище розробки Cursor та інструменти для роботи з Node.js (NVM, PNPM).
2. Встановити та налаштувати ngrok для створення HTTPS ендпойнту.
3. Створити базовий веб-проект з використанням Three.js та WebXR API.
4. Імплементувати відображення простого 3D об'єкту в середовищі доповненої реальності.
5. Дослідити базові методи і функції WebXR API.
6. Налаштувати remote debugging для тестування на мобільному пристрої.

Теоретичні відомості

WebXR є веб-стандартом, який надає API для створення віртуальної (VR) та доповненої (AR) реальності у веб-браузерах. Цей інтерфейс дозволяє розробникам створювати імерсивний контент, доступний через веб-браузер без необхідності встановлення додаткових додатків.

Основні компоненти WebXR

1. WebXR Device API

- Забезпечує доступ до VR/AR пристроїв
- Керує сесіями та просторовим відстеженням
- Обробляє введення від контролерів

2. Three.js інтеграція

- Популярна JavaScript бібліотека для 3D графіки
- Спрощує створення та рендеринг 3D об'єктів
- Надає готові компоненти для роботи з WebXR

Технічні вимоги

1. Для розробки:

- Сучасний веб-браузер з підтримкою WebXR
- Node.js та пакетний менеджер (npm/pnpm)
- Інструменти збірки (наприклад, esbuild)
- HTTPS з'єднання (необхідне для WebXR)

2. Для мобільних пристроїв:

- Android 8.0 або новіше
- ARCore-сумісний пристрій
- Chrome 79+ або інший сумісний браузер

WebXR та ARCore

WebXR Device API ([MDN Documentation](#)) надає стандартизований інтерфейс для доступу до VR та AR функціональності через веб-браузер. На Android пристроях WebXR працює поверх ARCore ([Google ARCore Documentation](#)) - платформи Google для створення AR досвіду.

ARCore забезпечує основні можливості, необхідні для AR:

- Відстеження руху (motion tracking) - дозволяє телефону розуміти своє положення відносно світу
- Розуміння навколишнього середовища (environmental understanding) - виявлення розміру та розташування поверхонь
- Оцінка освітлення (light estimation) - дозволяє правильно освітлювати віртуальні об'єкти

WebXR використовує ці можливості ARCore через абстрактний шар, що дозволяє писати крос-платформний код. Коли ви використовуєте WebXR API на Android пристрої, браузер автоматично взаємодіє з ARCore для забезпечення AR функціональності.

Особливості розробки з WebXR

При розробці WebXR додатків важливо враховувати:

1. Безпека та дозволи

- WebXR вимагає HTTPS з'єднання
- Користувач повинен явно надати дозвіл на доступ до камери
- Сесія AR починається тільки після взаємодії користувача (наприклад, натискання кнопки)

2. Життєвий цикл AR сесії

- Перевірка підтримки AR функціональності
- Ініціалізація сесії
- Обробка подій входу/виходу з сесії
- Коректне завершення сесії

3. Оптимізація продуктивності

- Мінімізація використання ресурсів
- Ефективне управління 3D об'єктами
- Правильна обробка втрати відстеження

Детальніше про розробку можна дізнатись у:

- [WebXR Samples](#)
- [Google ARCore WebXR](#)
- [Three.js WebXR Documentation](#)

Хід роботи

1. Необхідні інструменти розробки

1.1. Установити середовище розробки Cursor: <https://www.cursor.com/>

1.2. Для управління версіями Node.js -- Установити NVM: <https://github.com/nvm-sh/nvm>

1.2.1 Версія Node.js для виконання лабораторних робіт - LTS 22.13.1.

1.2.2 У випадку проблеми зі зміною версії Node.js за допомогою NVM, наприклад неможливості перейти з system на LTS, реініціалізацію можна виконати наступним чином:

```
nvm deactivate && nvm unload && source ~/.nvm/nvm.sh && nvm use --lts
```

1.3. Установити Node.js, останню LTS версію, за допомогою NVM.

```
nvm install --lts  
nvm use --lts
```

1.4. Для управління Node.js залежностями в проекті -- Установити PNPM: <https://www.npmjs.com/get-npm>

1.4.1. Варіант 1. Використовувати corepack для встановлення PNPM.

```
npm install --global corepack@latest  
corepack enable pnpm
```

1.4.2. Варіант 2. Використовувати npm для встановлення PNPM.

```
npm install -g pnpm
```

1.5. Для створення HTTPS ендпоинту онлайн -- зареєструватись в сервісі ngrok та встановити ngrok CLI: <https://ngrok.com/>

```
curl -sSL https://ngrok-agent.s3.amazonaws.com/ngrok.asc \
| sudo tee /etc/apt/trusted.gpg.d/ngrok.asc >/dev/null \
&& echo "deb https://ngrok-agent.s3.amazonaws.com buster main" \
| sudo tee /etc/apt/sources.list.d/ngrok.list \
&& sudo apt update \
&& sudo apt install ngrok

ngrok config add-authtoken <YOUR_AUTH_TOKEN>
# Test ngrok
ngrok http localhost:3000
```

1.6 Склонувати локально цей репозиторій і відкрити в Cursor перше завдання ЛР-01-01 `ar-practice-2025/lab-2025-01-01` .

2. Нотатки до виконання.

2.1. NVM - Node Version Manager, підсистема для управління версіями Node.js. NVM необхідно для того, щоб можна було легко перемикатися між різними версіями Node.js. В рамках цього та інших курсів та лабораторних робіт може виникнути потреба мати доступ до різних версій Node.js. NVM дозволяє легко перемикатися між різними версіями рантайму. Наша робоча версія Node.js в рамках цього курсу - LTS 22.13.1.

2.2. PNPM - це аналог npm, ефективний пакет-менеджер, який використовується для управління залежностями в проектах. PNPM є альтернативою npm, яка має більш швидкі та ефективні алгоритми для керування залежностями. За бажанням можна використовувати інші пакет-менеджери, такі як Yarn, npm, vite тощо, але методичні вказівки та завдання будуть розроблені з урахуванням PNPM.

2.3. Cursor - це IDE, яка інтегрує VSCode та AI, і дозволяє використовувати промпти штучного інтелекту для написання коду. Cursor є альтернативою VSCode, методичні вказівки не роблять особливих вимог до використання Cursor, але він може бути корисним для написання коду. Як альтернатива може використовуватись VSCode.

3. Виконання завдання.

3.1. Відкрити в Cursor проект `ar-practice-2025/lab-2025-01-01` .

Ця директорія має бути робочою для наступних команд, якщо не вказано інше.

3.2. Переконайтесь, що версії інструментів встановлені і відповідають очікуваням. В терміналі виконати команди:

```
# Node.js
node --version
# v22.13.1
# У випадку проблеми з версією:
npm install --lts
npm use --lts

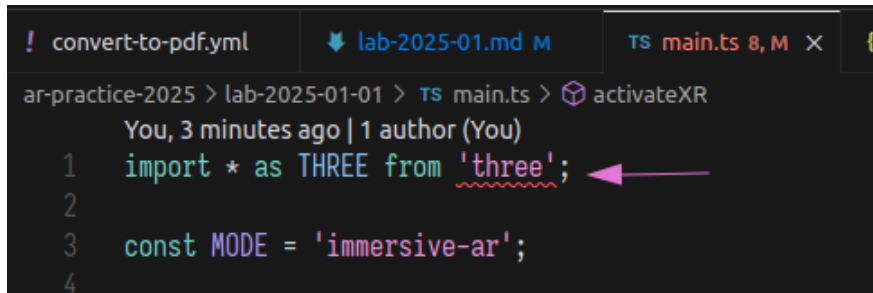
# PNPM
pnpm --version
# v10.2.1
```

```
# У випадку проблеми з версією:  
corepack enable pnpm  
corepack use pnpm@latest-10
```

3.3. Відкрити файл `package.json` і переконатись, що `corepack` коректно встановив `"packageManager"` та `"devDependencies"->"typescript"` .

3.4. Відкрити файл `main.ts` і переконатись, що він не містить помилок.

3.4.1. Перша помилка, яку ви маєте побачити -- це помилка з імпортом `Three.js`:



```
! convert-to-pdf.yml lab-2025-01.md M TS main.ts 8, M X {}  
ar-practice-2025 > lab-2025-01-01 > TS main.ts > activateXR  
You, 3 minutes ago | 1 author (You)  
1 import * as THREE from 'three';  
2  
3 const MODE = 'immersive-ar';  
4
```

Вирішить проблеми з імпортом і типізацією `Three.js` та `WebXR API`. Встановіть наступні залежності:

```
three@0.172.0  
@types/three@0.172.0  
@types/webxr
```

3.5. Імплементувати скрипти для запуску проекту.

Дослідіть готову конфігурацію білду проекту, який використовує `Typescript` та `esbuild` , в файлі `tsconfig.json` .

Необхідно імплементувати наступні скрипти для запуску та білду проекту:

```
pnpm run start # запуск проекту для розробки з перебудуванням при зміні файлів  
pnpm run build # білд проекту
```

Приклад команди, що використовується для білду проекту:

```
esbuild main.ts --bundle --outfile=dist/main.js --format=esm
```

Імплементуйте ці дві команди в `package.json` . Для `pnpm runs build` рішення наведене вище, для `pnpm run start` потрібно виконати наступне:

- запустити інсуючу команду `esbuild`
- додати до неї флаг `--watch` (використовуйте документацію `pnpm`)
- відправити процес в фоновий режим і використовувати `serve` для запуску сервера в робочій директорії.

Також необхідно інсталювати наступні залежності:

```
esbuild
serve
```

Перевірте, чи працює команда `pnpm run start`. Успішне виконання команди має відкрити локальний сервер на порту 3000:



```
PROBLEMS 2 OUTPUT DEBUG CONSOLE TERMINAL PORTS GITLENS POSTMAN CONSOLE
[watch] build finished, watching for changes...

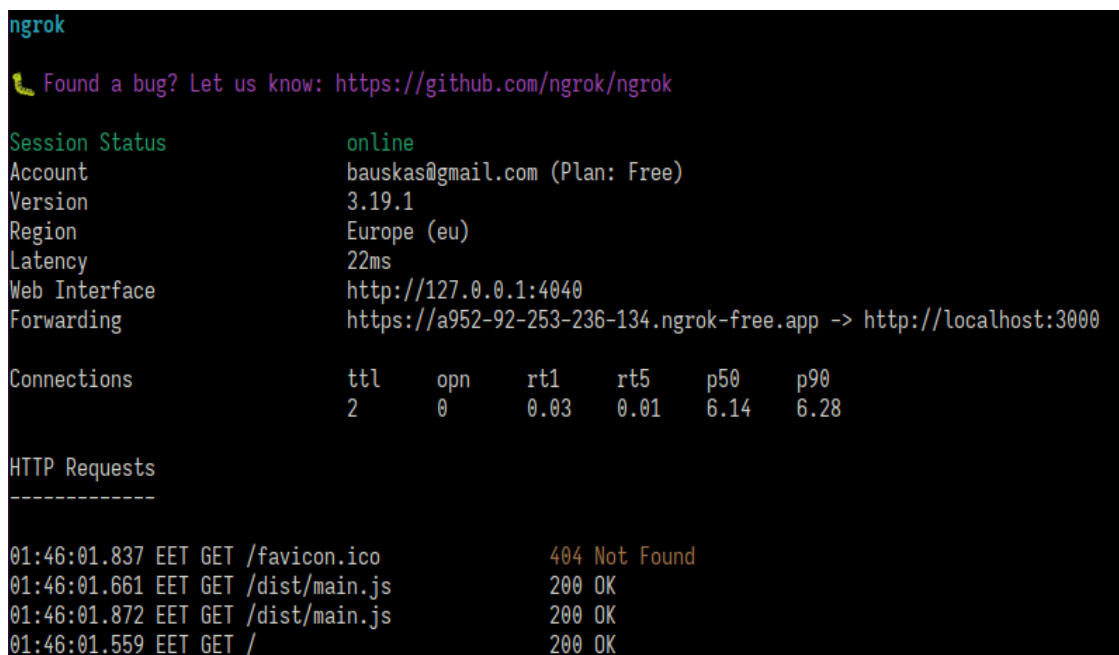
  Serving!
  - Local:   http://localhost:3000
  - Network: http://192.168.0.5:3000

  Copied local address to clipboard!
```

3.6. Використати ngrok для створення HTTPS ендпойнту, доступного з мобільного пристрою.

```
ngrok http http://localhost:3000
```

Команда повинна відкрити ендпойнт, який можна буде використовувати для доступу до проекту з мобільного пристрою. Перевірте ендпойнт:



```
ngrok
🔧 Found a bug? Let us know: https://github.com/ngrok/ngrok

Session Status      online
Account             bauskas@gmail.com (Plan: Free)
Version             3.19.1
Region              Europe (eu)
Latency              22ms
Web Interface       http://127.0.0.1:4040
Forwarding           https://a952-92-253-236-134.ngrok-free.app -> http://localhost:3000

Connections          ttl    opn    rt1    rt5    p50    p90
                    2      0      0.03   0.01   6.14   6.28

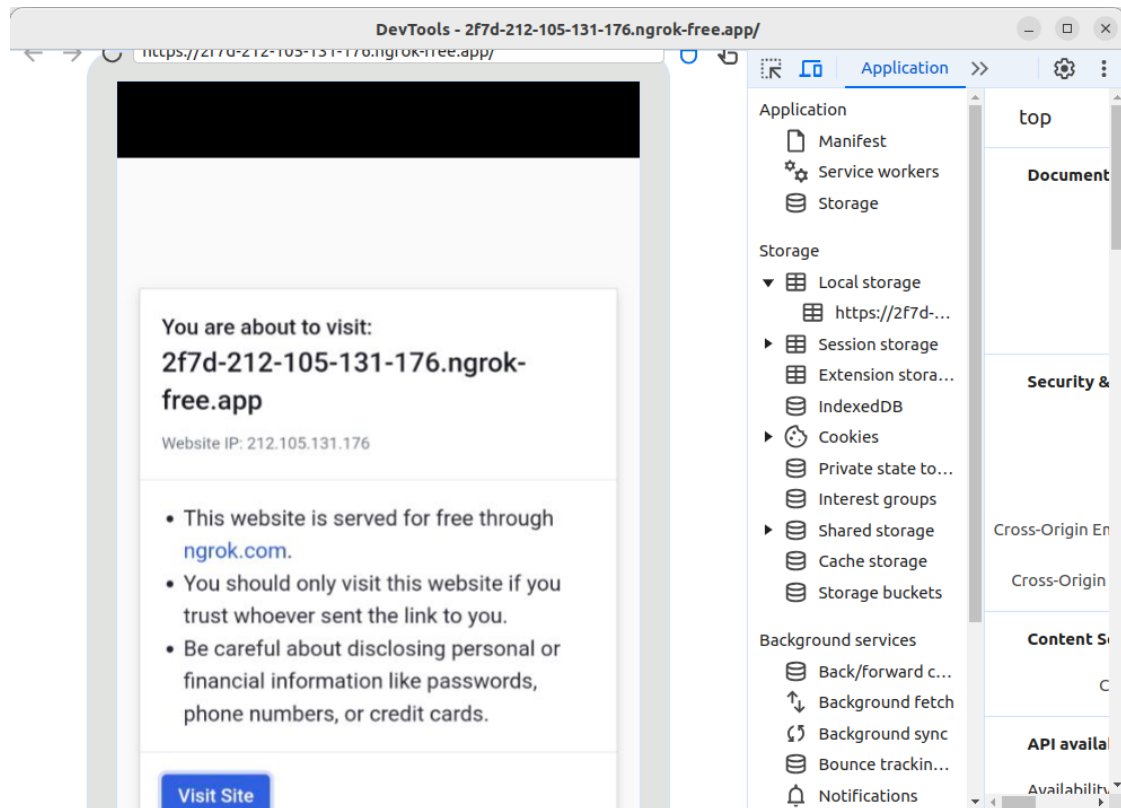
HTTP Requests
-----
01:46:01.837 EET GET /favicon.ico          404 Not Found
01:46:01.661 EET GET /dist/main.js         200 OK
01:46:01.872 EET GET /dist/main.js         200 OK
01:46:01.559 EET GET /                     200 OK
```

3.7. Відкрити ендпойнт в браузері на мобільному пристрої, використовуючи remote debugging в браузері Chrome.

Налаштувати remote debugging відповідно до документації:
<https://developer.chrome.com/docs/devtools/remote-debugging/>

На машині, на якій відбувається розробка, відкрити `chrome://inspect/#devices` і налаштувати remote debugging відповідно до документації.

Відкрити HTTPS ендпоінт в браузері на мобільному пристрої і переконатись, що remote debugging працює.



3.8. Імплементувати створення простого 3D об'єкту в WebXR.

3.8.1. Дослідіть приклад створення простого 3D об'єкту в WebXR в документації. Задача Лабораторної роботи -- відтворити приклад з документації до розділу "Run Hello WebXR", на який подано посилання нижче.

https://developers.google.com/ar/develop/webxr/hello-webxr#run_hello_webxr

3.8.2. Відкрийте файл `main.ts`, дослідіть існуючий код. Це непрацюючий шаблон коду, який треба наповнити імплементацією відповідно до прикладу вище. Зверніть увагу на наступні речі:

- Структура коду інша, ніж у прикладі. Проаналізуйте приклад крок за кроком і використовуйте відповідні фрагменти в `main.ts` там, де це потрібно.
- Ваш код використовує Typescript, код з документації потрібно оздобити відповідними типами.

Зміст звіту

1. Тема та мета роботи.
2. Теоретичні відомості.
3. Постановка завдання.
4. Хід виконання, який включатиме скріншоти процесу білду та запуску проекту, скріншоти імплементації 3D сцени відповідно до прикладу з документації.

5. Результати виконання у вигляді скріншотів з мобільного пристрою.

6. Висновки.

Контрольні питання

1. Що таке WebXR API?
2. Які основні компоненти необхідні для розробки WebXR додатків?
3. Як налаштувати середовище розробки для WebXR?
4. Що таке remote debugging і для чого він використовується в контексті WebXR?
5. Які інструменти потрібні для тестування WebXR додатків на мобільних пристроях?
6. Яка роль ngrok у розробці веб-додатків для мобільних пристроїв?
7. Які основні етапи створення простого 3D об'єкту в WebXR?
8. Як працює Three.js з WebXR API?
9. Опишіть свій досвід з використанням TypeScript в лабораторній роботі.
10. Які вимоги до мобільних пристроїв для роботи з WebXR?
11. Що таке AR сесія в контексті WebXR і як вона ініціалізується?
12. Як забезпечити кросбраузерну підтримку WebXR додатків?
13. Які інструменти для збірки проекту використовуються в даній лабораторній роботі?
14. Які основні проблеми можуть виникнути при розробці WebXR додатків та як їх вирішувати?
15. Як оптимізувати продуктивність WebXR додатків?