

**Обґрунтування**  
**технічних та якісних характеристик предмета закупівлі, розміру бюджетного**  
**призначення, очікуваної вартості предмета закупівлі**  
(відповідно до пункту 4<sup>1</sup> Постанови Кабінету Міністрів України  
від 11 жовтня 2016 р. № 710 «Про ефективне використання державних коштів» (зі змінами))

1	<b>Замовник</b>	Національний музей «Чорнобиль» (код за ЄДРПОУ 24520773)						
2	<b>Назва предмета закупівлі</b>	ДК 021:2015: 72210000-0 Послуги з розробки пакетів програмного забезпечення (послуги зі створення віртуального музею «Чорнобиль»)						
3	<b>Вид процедури</b>	Відкриті торги з особливостями						
4	<b>Ідентифікатор закупівлі</b>	UA-2025-04-30-010866-a						
5	<b>Обґрунтування технічних та якісних характеристик предмета закупівлі</b>	<p>Проект створення віртуального музею «Чорнобиль» має на меті відтворити ключові події, пов'язані з Чорнобильською катастрофою, та забезпечити глибоке розуміння її масштабів і наслідків. Віртуальний музей спрямований на підвищення обізнаності цільових аудиторій про катастрофу, героїзм ліквідаторів та сучасні виклики атомної енергетики. Цей проект поєднує історичну достовірність, високоякісне 3D-моделювання та інтерактивний підхід, що дозволить користувачам повністю зануритися в події минулого та сьогодення Чорнобиля.</p> <p>Віртуальний музей стане важливим освітнім інструментом, надаючи користувачам доступ до архівних матеріалів, відеодокументів, інтерактивних карт та інтерв'ю з очевидцями. Кожна локація відтворюється з максимальною увагою до деталей, щоб передати атмосферу та реалії того часу. Проект охоплює різні періоди історії Чорнобильської атомної електростанції (далі – Чорнобильська АЕС, ЧАЕС, станція) – від будівництва та функціонування станції до ліквідації наслідків аварії, евакуації населення, будівництва об'єкта «Укриття» та нового конфайнменту, а також новітніх викликів, пов'язаних з окупацією ЧАЕС у 2022 році.</p> <p>Крім того, продукт має містити інтерактивні завдання та озвучені розповіді очевидців, що зробить процес пізнання глибоким та захоплюючим. Віртуальний музей розробляється з використанням сучасних технологій, що забезпечать високу якість візуалізації та взаємодії. Технічна специфікація визначає ключові вимоги до розробки віртуального музею, описує етапи 3D-моделювання, VR- та Web-версій, а також регламентує порядок приймання та передачі результатів наданої послуги.</p> <p style="text-align: center;"><b>2.2. Етапи створення віртуального музею:</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 5%;">№ п/п</th> <th style="width: 25%;">Найменування етапу</th> <th style="width: 70%;">Основні дані та вимоги</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td>3D моделювання оточення та предметів для віртуального музею</td> <td> <p><b>Формати та сумісність:</b>  Усі 3D-моделі мають бути виконані у форматі FBX для забезпечення повної інтеграції з Unreal Engine 5. У разі потреби на проміжних етапах можуть використовуватися формати BLEND (для роботи в Blender) або OBJ (для експорту між редакторами). Усі об'єкти повинні мати правильну UV-розгортку, без перетинів та артефактів, що забезпечить коректне текстурування та освітлення.</p> <p><b>Деталізація та полігональний бюджет:</b>  Використовується PBR (Physically Based Rendering) для створення реалістичних матеріалів, з підтримкою наступних текстурних карт:  - основні архітектурні елементи (будівлі, реактор,</p> </td> </tr> </tbody> </table>	№ п/п	Найменування етапу	Основні дані та вимоги	1	3D моделювання оточення та предметів для віртуального музею	<p><b>Формати та сумісність:</b>  Усі 3D-моделі мають бути виконані у форматі FBX для забезпечення повної інтеграції з Unreal Engine 5. У разі потреби на проміжних етапах можуть використовуватися формати BLEND (для роботи в Blender) або OBJ (для експорту між редакторами). Усі об'єкти повинні мати правильну UV-розгортку, без перетинів та артефактів, що забезпечить коректне текстурування та освітлення.</p> <p><b>Деталізація та полігональний бюджет:</b>  Використовується PBR (Physically Based Rendering) для створення реалістичних матеріалів, з підтримкою наступних текстурних карт:  - основні архітектурні елементи (будівлі, реактор,</p>
№ п/п	Найменування етапу	Основні дані та вимоги						
1	3D моделювання оточення та предметів для віртуального музею	<p><b>Формати та сумісність:</b>  Усі 3D-моделі мають бути виконані у форматі FBX для забезпечення повної інтеграції з Unreal Engine 5. У разі потреби на проміжних етапах можуть використовуватися формати BLEND (для роботи в Blender) або OBJ (для експорту між редакторами). Усі об'єкти повинні мати правильну UV-розгортку, без перетинів та артефактів, що забезпечить коректне текстурування та освітлення.</p> <p><b>Деталізація та полігональний бюджет:</b>  Використовується PBR (Physically Based Rendering) для створення реалістичних матеріалів, з підтримкою наступних текстурних карт:  - основні архітектурні елементи (будівлі, реактор,</p>						

машинний зал, блочний щит управління (БЩУ) – до 500 000 трикутників;  
- другорядні об'єкти (обладнання, меблі, технічні пристрої) – до 50 000 трикутників на модель;  
- фонові об'єкти (стіни, двері, декоративні елементи) – до 10 000 трикутників.

Усі моделі повинні мати LOD-рівні для оптимізації продуктивності: LOD0 (максимальна якість), LOD1 (-50% полігонів), LOD2 (-80% полігонів).

#### **Текстурування та матеріали:**

Загальна кількість трикутників на сцену не повинна перевищувати 1 500 000 трикутників, з урахуванням поділу на об'єкти:

- Albedo (Diffuse) – основна текстура кольору поверхні;
- Normal Map – для імітації дрібних деталей без збільшення кількості полігонів;
- Roughness – визначає рівень відбиття світла на поверхні;
- Metalness – задає металеві властивості матеріалів;
- Ambient Occlusion (AO) – додає реалістичність тіням та загальному вигляду об'єктів.

Для основних об'єктів використовуються текстури 4K, для другорядних 2K, для фонового оточення 1K. Використання Trim Sheets та Atlas Textures для повторюваних текстур обов'язкове для оптимізації продуктивності.

#### **Архітектурне моделювання:**

Основні приміщення музею включають:

- обладнання та конструкції ЧАЕС – відтворення реактора, трубопроводів, систем безпеки та пульт управління реактором;
- машинний зал – велика кількість технічного обладнання, кабелів та вентиляційних систем;
- БЩУ ЧАЕС – робоче місце операторів з пультами управління.
- зона відселення (м. Прип'ять) – будівлі з характерними слідами часу, розбиті вікна, занедбані об'єкти.

Усі архітектурні моделі повинні відповідати історичним фото та кресленням.

#### **Моделювання предметів для інтерактивної взаємодії:**

Усі об'єкти, що використовуватимуться для взаємодії, мають бути оптимізовані для VR:

- інтер'єрні предмети – столи, стільці, шафи, лампи, телефони;
- документи та особисті речі – записники, посвідчення, журнали з реальними текстурами;
- технічне обладнання – дозиметри, лічильники Гейгера, засоби індивідуального захисту: респіратори захисні, протигази, костюми; спеціалізовані інструменти.

Об'єкти повинні підтримувати інтерактивні анімації (відкривання, обертання, переміщення).

#### **Оптимізація для VR:**

- щільність текстур (Texel Density) повинна бути не менше 10 px/cm, щоб уникнути розмиття текстур при наближенні користувача у VR;
- використання запеченого освітлення (baked lighting) для зниження навантаження на графічний процесор;
- окремі експонати можуть містити емісійні текстури для

			<p>відтворення підсвічення деталей.</p> <p><b>Загальні вимоги:</b></p> <p>У віртуальному музеї будуть представлені наступні віртуальні зали:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- «Чорнобильська АЕС до аварії» – інтерактивна 3D-модель станції;</li> <li>- «БЦУ» – відтворення аварійного сценарію, символічний годинник на момент вибуху;</li> <li>- «Зона ліквідаційних робіт» – вертолітні операції, засоби захисту, дозиметри;</li> <li>- «Евакуація м. Прип'ять» – оголошення про евакуацію, фотодокументи;</li> <li>- «Об'єкт «УКРИТТЯ» – фото будівництва саркофага, відтворення процесу ліквідації;</li> <li>- «Новий конфайнмент» – модель сучасного укриття, відео з процесу накриття саркофага;</li> <li>- «Окупація ЧАЕС (2022)» – відтворення зони станції в період окупації, відео, фотодокументи;</li> <li>- «Інформаційна зона» – динамічна інфографіка про розвиток атомної енергетики України.</li> </ul> <p>Кожна локація має бути відтворена з максимальною історичною та візуальною достовірністю відповідно до наданих референсів та архівних матеріалів.</p>
	2	VR-версія музею на Unreal Engine 5	<p><b>Загальні вимоги:</b></p> <p>Проект розробляється на Unreal Engine 5 (UE5), що дозволяє створити високодеталізовані сцени з використанням сучасних технологій рендерингу враховуючи обмежені потужності мобільних пристроїв. Всі сцени повинні бути оптимізовані для роботи в VR на цільових пристроях без втрати продуктивності.</p> <p>VR-версія музею має бути повністю сумісною з Meta Quest Pro та Meta Quest 3. Це означає, що всі сцени повинні бути адаптовані до мобільного VR-обладнання, з урахуванням обмежень продуктивності та можливостей бездротової VR-платформи.</p> <p>Для комфортного користувацького досвіду цільова частота кадрів – 72-90 FPS на всіх цільових пристроях. Важливо забезпечити плавність руху, відсутність затримок і стабільність відтворення сцени. Використання LOD-системи для моделей, оптимізація текстур, запечене освітлення та ефективне управління ресурсами є критичними для досягнення цієї продуктивності.</p> <p>Реалізація взаємодії користувача з оточенням за допомогою Blueprint-системи. Всі інтерактивні об'єкти повинні мати логіку реагування на дії гравця, включаючи відкривання дверей, активацію панелей, взаємодію з документами та технічним обладнанням.</p> <p>Для реалістичної взаємодії з об'єктами використовується Chaos Physics – фізичний рушій UE5, що дозволяє створювати симуляцію пошкоджень, падіння об'єктів, взаємодію з рідинами та анімацію часток (дим, пил, іскри тощо).</p> <p><b>Опис сцен:</b></p> <p>1. Чорнобильська АЕС до аварії</p> <p>Відвідувач потрапляє у віртуальний музейний зал з візуалізацією станції в період її активного функціонування. Важливо передати автентичність 1970-80-х років через дизайн інтер'єрів, обладнання та</p>

			<p>побутові деталі персоналу.</p> <p>Ключові локації: головний вхід, коридори, реакторний зал, машинний зал, БЦУ.</p> <p>Інтерактивні елементи: панелі керування, документація, вимірювальні прилади.</p> <p>Аудіо: реальні аудіозаписи станції, фонові звуки роботи механізмів.</p> <p>2. БЦУ – 26 квітня 1986 року</p> <p>Відвідувач опиняється у віртуальній залі, яка відтворює центр подій ночі аварії. Головна мета – дозволити відвідувачеві пережити події в режимі спостереження або інтерактивної симуляції.</p> <p>Ключові події: випробування реактора, помилкові команди операторів, момент вибуху.</p> <p>Візуальні ефекти: спалахи, мерехтіння, аварійне освітлення.</p> <p>Аудіо: записи перемовин, сигнали тривоги, репліки операторів.</p> <p>3. Ліквідація наслідків аварії</p> <p>Віртуальна зала демонструє роботу ліквідаторів у гострій фазі ліквідації наслідків аварії. Відвідувач може взаємодіяти з реальними ліквідаційними заходами, зрозуміти їхню складність та небезпеку.</p> <p>Ключові локації: дах реактора, транспорт ліквідаторів, медичний пункт.</p> <p>Інтерактивні елементи: одягання захисного костюму, використання дозиметра, взаємодія з роботизованою технікою.</p> <p>Фізика та ефекти: розповсюдження радіації, пил, дим, температурні спотворення.</p> <p>4. Евакуація м. Прип'ять</p> <p>Мета віртуальної зали – передати відчуття евакуації мешканців міста через візуальні, звукові та інтерактивні засоби.</p> <p>Ключові локації: вулиці м. Прип'ять, колони автобусів, житлові будинки, школа.</p> <p>Інтерактивні елементи: взаємодія з оголошеннями, документами, особистими речами жителів.</p> <p>Аудіо та візуальні ефекти: уривки радіоповіщення, заклопотані люди, залишені речі, іграшки.</p> <p>5. Об'єкт «УКРИТТЯ» та новий безпечний конфайнмент</p> <p>Відвідувач може дослідити конструкції, які були побудовані для захисту від радіаційного забруднення після аварії. Сцена надає змогу зрозуміти технологічні рішення, що використовувалися для мінімізації наслідків.</p> <p>Ключові локації: будівельний майданчик саркофага, конфайнмента.</p> <p>Інтерактивні елементи: оглядова анімація конструкцій, перегляд технічної документації.</p> <p>Візуальні ефекти: процес будівництва, таймлапс встановлення конфайнменту.</p> <p>6. Окупація ЧАЕС (2022)</p> <p>Відвідувач стає свідком сучасних подій – тимчасової окупації станції російськими військами у 2022 році. Сцена містить документальні реконструкції та реальні свідчення очевидців.</p> <p>Ключові локації: приміщення ЧАЕС під контролем військових, місця перебування персоналу.</p>
--	--	--	--

			<p>Інтерактивні елементи: перегляд відеоматеріалів, моделювання ключових подій.</p> <p>Аудіо: реальні записи переговорів, свідчення очевидців.</p> <p><b>Додаткові технічні вимоги</b></p> <p>Освітлення:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- використання Volumetric Lightmaps для динамічного освітлення;</li> <li>- запечене освітлення (baked lighting) для статичних об'єктів з метою оптимізації.</li> </ul> <p>Текстури та матеріали:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- використання PBR-текстурування для реалістичного відображення поверхонь;</li> <li>- Trim Sheets та Atlas Textures для зменшення навантаження на GPU;</li> <li>- мінімальний Texel Density – 10 px/cm для чіткості текстур у VR.</li> </ul> <p>Анімація та фізика:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- реалізація Skeletal Animation для персонажів та механізмів;</li> <li>- використання Chaos Physics для моделювання реалістичних падінь, уламків, диму.</li> </ul> <p>Оптимізація VR:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- використання Level of Detail (LOD) для всіх об'єктів сцени;</li> <li>- динамічне відключення непотрібних полігонів та текстур на слабших пристроях;</li> <li>- обмеження полігонального бюджету сцени до 1 500 000 трикутників.</li> </ul>
		3 WEB-версія віртуальног о музею	<p><b>Загальні вимоги</b></p> <p>Веб-версія віртуального музею буде створена на основі технології Krpano, що дозволяє реалізувати інтерактивні 360° панорами з можливістю навігації, інтеграції мультимедійного контенту та взаємодії з користувачем через браузер.</p> <p>Веб-версія повинна бути оптимізована для роботи на всіх сучасних браузерах (Chrome, Firefox, Edge, Safari), а також підтримувати мобільні пристрої (iOS, Android).</p> <p>Завантаження сцен має відбуватися швидко (до 3 секунд на сторінках із базовим контентом), а всі інтерактивні елементи повинні працювати без затримок. Використання Lazy Load для динамічного підвантаження текстур і об'єктів є обов'язковим.</p> <p><b>Формат контенту:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- панорамні зображення: 8K equirectangular (для основних сцен), 4K (для мобільної версії);</li> <li>- 3D-моделі: інтеграція через WebGL, glTF або інтерактивні hot-spot області;</li> <li>- відео: вбудовані ролики (mp4, WebM) з адаптивною якістю;</li> <li>- аудіо: підтримка просторового звуку для відтворення автентичного середовища.</li> </ul> <p><b>Функціональні можливості</b></p> <p>1. Навігація у веб-версії музею:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 360° панорами: користувач може оглядати простір, змінювати кути огляду та переходити між локаціями за допомогою інтерактивних точок переходу (hotspots);</li> <li>- меню вибору сцен: інтерактивний інтерфейс для</li> </ul>

			<p>швидкого переходу між локаціями музею;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- міні-карта: відображає загальну схему музею з можливістю швидкого вибору розділів;</li> <li>- мобільна адаптація: підтримка жестів (swipe, pinch-to-zoom) для користувачів на смартфонах і планшетах.</li> </ul> <p>2. Інтерактивні елементи:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hotspots (гарячі точки): інтерактивні області, що дозволяють переглядати додатковий контент (відео, фото, текстові описи);</li> <li>- мультимедійні вікна: відкривають історичні документи, фотографії, аудіо або відео;</li> <li>- анімації та ефекти: поступове затемнення/проявлення об'єктів, підсвічування важливих деталей.</li> </ul> <p><b>Опис сцен:</b></p> <p>1. Чорнобильська АЕС до аварії      Веб-користувач бачить: інтерактивну панораму віртуального музейного залу присвяченому реакторній залі.</p> <p>Доступні точки інтересу:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- робочі місця персоналу – інформація про працівників та їхню роль;</li> <li>- вимірювальні прилади – інтеграція цифрових дисплеїв з параметрами роботи реактора.</li> </ul> <p>2. БЩУ 4-го блоку – 26 квітня 1986 року      Веб-користувач переживає момент аварії через реконструйовану панораму з накладеними аудіозаписами переговорів персоналу.</p> <p>Інтерактивні елементи:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- тривожні індикатори – підсвічуються при натисканні;</li> <li>- симуляція аварії – мерехтіння, коливання та поступове розмиття екрану.</li> </ul> <p>3. Ліквідація аварії      Основний контент: події на дахах ЧАЕС, спецтехніка ліквідаторів, руїни конструкцій реактора.</p> <p>Доступні взаємодії:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- перегляд історії та біографії одного з ліквідаторів;</li> <li>- ознайомлення із засобами захисту – респираторами, костюмами, вимірювальними приладами.</li> </ul> <p>4. Евакуація м. Прип'ять      Головна сцена: вулиця Прип'яті з автобусами для евакуації.</p> <p>Інтерактивні елементи: озвучене оголошення про евакуацію, накладене на панораму.</p> <p>5. Об'єкт «УКРИТТЯ» та конфайнмент      Візуалізація будівництва: користувач переглядає процес створення саркофага.</p> <p>Додаткові матеріали: відеоінтерв'ю з інженерами про виклики будівництва.</p> <p>6. Окупація ЧАЕС (2022)      Головна сцена: контрольні пункти станції під окупацією.</p> <p>Доступні взаємодії:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- перегляд документальних фото та відео з архівів очевидців;</li> <li>- інтерактивні карти з рухом військових.</li> </ul> <p><b>Додаткові технічні вимоги</b></p>
--	--	--	---

			<p>Графіка та продуктивність:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 8K панорами для десктопної версії;</li> <li>- 4K панорами для мобільної версії;</li> <li>- динамічне завантаження панорам через multi-resolution tiles для швидкого рендеру;</li> <li>- використання WebGL для плавного рендерингу без навантаження на центральний процесор (ЦП).</li> </ul> <p>Оптимізація:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lazy Load – динамічне підвантаження текстур та відео для економії трафіку;</li> <li>- використання .jpg або .webp для текстур замість важких форматів;</li> <li>- адаптивне масштабування графіки залежно від роздільної здатності екрану користувача.</li> </ul>
6	<b>Обґрунтування розміру бюджетного призначення</b>	Розмір бюджетного призначення визначено з урахуванням потреби на 2025 рік та в межах передбачених у кошторисі на 2025 рік бюджетних асигнувань за бюджетною програмою «Забезпечення діяльності органів, установ та закладів Міністерства внутрішніх справ України, підготовка кадрів закладами вищої освіти із специфічними умовами навчання» КПКВК 1001050	
7	<b>Очікувана вартість предмета закупівлі</b>	700 000,00 грн.	
8	<b>Обґрунтування очікуваної вартості предмета закупівлі</b>	Очікувана вартість визначена відповідно до Примірної методики визначення очікуваної вартості предмета закупівлі, затвердженої наказом Міністерства розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України від 18.02.2020 № 275 (зі змінами) методом порівняння ринкових цін	