

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Інститут інформатики та радіоелектроніки
Факультет радіоелектроніки та телекомунікацій
(повне найменування інституту, факультету)

Кафедра радіотехніки та телекомунікацій
(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проєкту (роботи)
магістра
(ступінь вищої освіти)

на тему РОЗРОБЛЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ
ІНФРАСТРУКТУРИ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ МАТЕРІАЛІВ
МЕДИЧНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Виконав: студент(ка) 2 курсу, групи РТ-229м
Спеціальності _____
172 «Телекомунікації та радіотехніка»
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація) _____
«Телемедичні та біомедичні системи»

Полянський Едуард Дмитрович
(прізвище та ініціали)

Керівник Петрова О.А.
(прізвище та ініціали)

Рецензент Субботін С.О.
(прізвище та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»
 (повне найменування закладу вищої освіти)

Інститут, факультет Інститут інформатики та радіoeлектроніки, ФРЕТ
 Кафедра Радіотехніка та телекомунікації
 Ступінь вищої освіти Магістр
 Спеціальність 172 «Телекомунікації та радіотехніка»
 (код і найменування)
 Освітня програма (спеціалізація) «Телемедичні та біомедичні системи»
 (назва освітньої програми (спеціалізації))

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри РТТ
 к.т.н, доц. Морщавка С.В. *(підпис)*
 «__» грудня 2020 року

З А В Д А Н Н Я

НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА

Полянського Едуарда Дмитровича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Розроблення інформаційної інфраструктури для дослідження матеріалів медичного призначення

керівник проєкту (роботи) Петрова Ольга Анатоліївна, к.т.н.
 (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від «6» листопада 2020 року № 315

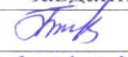
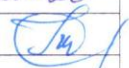
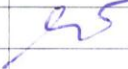
2. Строк подання студентом проєкту (роботи) 11 грудня 2020 року

3. Вихідні дані до проєкту (роботи) рекомендована література, технічне завдання

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Аналіз предметної області та постановка завдання дослідження. Матеріали та методи. Система моніторингу імплантів медичного призначення. Розробка програми. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. Економіко-організаційна частина. Додатки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Презентація роботи в Microsoft PowerPoint

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
1-5	Петрова О.А., доцент	 01.09.2020	 08.12.2020
6	Левченко Н.М., професор		
7	Якімцов Ю.В., доцент		
нормо-контроль	Мороз Г.В., ст.викладач		

7. Дата видачі завдання « 01 » вересня 2020 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

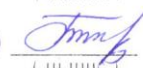
№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	Постановка завдання роботи	1-й тиждень	Завдання
2	Аналіз предметної області	2-3 тижні	Розділ 1
3	Розробка та удосконалення методів, моделей й алгоритмів вирішення задачі	4-5 тижні	Розділ 2
4	Розроблення архітектури системи.	6 тиждень	Розділ 3
5	Розроблення програмного забезпечення системи	7-8 тижні	Розділ 4
6	Тестування та експериментальне дослідження розробленої системи	9 тиждень	Розділ 5
7	Робота над економіко-організаційною частиною	12-й тиждень	Розділ 4
8	Розробка рекомендацій з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях	13-й тиждень	Розділ 5
9	Оформлення пояснювальної записки та презентації	14-й тиждень	Додатки
10	Нормоконтроль та рецензування, перевірка на плагіат, оформлення дублінського ядра	15-й тиждень	

Студент(ка)


(підпис)

Полянський Е.Д.
(прізвище та ініціали)

Керівник проєкту (роботи)


(підпис)

Петрова О.А.
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 121 сторінка, 14 таблиць, 20 рисунків, 38 джерел, 2 додатки

Об'єкт дослідження – процес дослідження матеріалів медичного призначення.

Предмет дослідження – інформаційна інфраструктура для дослідження матеріалів медичного призначення.

Мета роботи – покращення процесу проведення досліджень нових матеріалів за рахунок використання розробленої інформаційної інфраструктури.

Матеріали, методи та технічні засоби: структурне та об'єктно-орієнтоване програмування, методи та засоби оцінювання корозії магнієвих сплавів, Python, Raspberry Pi, Rest Api.

Висновки. В роботі проведено дослідження методів та засобів дослідження корозії магнієвих сплавів, розроблено архітектуру моніторингової системи, основану на архітектурі IoT систем, реалізовано підсистему керування дослідженнями та збору результатів експериментів.

Галузь використання – дослідницькі центри, лабораторії фізичного матеріалознавства та біоінженерії.

ІОТ СИСТЕМИ, МЕДИЧНА ІНФОРМАЦІЙНА ІНФРАСТРУКТУРА,
МАТЕРІАЛИ МЕДИЧНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ, MG СПЛАВИ, СИСТЕМА
МОНІТОРИНГА

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ.....	7
ВСТУП.....	8
1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ТА ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ	10
1.1 Медична інформаційна інфраструктура	11
1.2 Особливості використання матеріалів медичного призначення.....	18
1.3 Методи проведення випробувань матеріалів медичного призначення.	20
1.4 Висновки та постановка завдання дослідження	24
2 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ	25
2.1 Архітектура IoT-систем.....	25
2.2 Методи інтеграції даних в інформаційних системах	28
2.3 Проектування процесу дослідження матеріалів медичного призначення	30
3 СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ІМПЛАНТІВ МЕДИЧНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ	31
3.1 Формування вимог до системи	31
3.2 Формування вимог до рівня пристроїв	32
3.3 Проектування даних.....	34
3.4 Формування вимог до рівня клієнського застосування	35
4. РОЗРОБКА ПРОГРАМИ.....	39
4.1 Використання RESTful API.....	39
4.2 Огляд середовища розробки Pycharm	44
4.3 Розроблення веб-інтерфейсу системи.....	45
4.4 Розроблення підсистеми керування насосом	48
4.5 Розроблення бази даних	51
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	52
5.1 Аналіз потенційних небезпек.....	52
5.2 Заходи по забезпеченню техніки безпеки.....	55

5.3 Заходи з виробничої санітарії та гігієни праці.....	60
5.4 Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях	64
6 ЕКОНОМІКО-ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА.....	67
6.1 Планування створення моніторингової системи	70
6.2 Визначення витрат на створення моніторингової системи	72
6.3 Матеріальні витрати та вартість спожитих послуг.....	75
ВИСНОВКИ.....	80
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАННЯ.....	81
Додаток А.....	86
Додаток Б.....	115

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

ВМД – вироби медичного призначення

МІС – медично-інформаційна система

IoT – Internet of Things

IoMT – Internet of Medical Things

ВСТУП

Впровадження технологій інтернету речей (IoT) у дослідницький процес дозволяє користувачам збирати, обробляти та візуалізувати дані. Зокрема, у критичних областях, наприклад як випробування нових матеріалів для штучних імплантатів, використання сучасних технологій може відкрити нові можливості для прискорення процесу дослідження та отримання більш точних даних.

Інтернет медичних речей (IoMT), підключена до людини інфраструктура медичних пристроїв, програмних додатків та систем охорони здоров'я та послуг, що значно трансформує сектор медичних випробувань, що покращує якість даних та їх сумісність [1]. Він забезпечує взаємодію машина-машина та потокове передавання даних у реальному часі між майже нескінченним набором медичних пристроїв і залучає декількох учасників, таких як лікарі та пацієнти, лікарні та дослідницькі установи у багатьох.

Нові нормативні акти, оцифрування, аналіз даних, штучний інтелект, автоматизація та розвиток ціннісного медичного обслуговування представляють деякі з численних проблем, а також можливостей, що стоять перед галуззю медичних технологій [2]. І одна з найбільших проблем – це взаємодія, включаючи дотримання різних національних та міжнародних стандартів та протоколів щодо обміну та використання даних.

Системи моніторингу в реальному часі можуть бути впроваджені як для *in vivo*, так і для тестових систем *in vitro* та доповнювати існуючі підходи на обох етапах. У рамках міжнародного проекту Erasmus + KA2 BIOART в НУ «Запорізька політехніка» розроблені нові Mg сплави для імплантатів. Для випробування цих нових матеріалів потрібно створити нову надійну систему тестування, яка могла б надати дослідникам оперативну та достовірну інформацію. Для розроблення системи моніторингу потрібна інтеграція біомедичних даних, даних з фізичного матеріалознавства та IoT.

Об'єкт дослідження – методи та засоби дослідження матеріалів медичного призначення.

Предмет дослідження – інформаційна інфраструктура для дослідження матеріалів медичного призначення.

Мета роботи – розроблення системи моніторингу для дослідження матеріалів медичного призначення.

Завдання дипломної кваліфікаційної роботи:

- дослідити процес дослідження нових матеріалів медичного призначення;
- розробити інформаційну інфраструктуру для дослідження матеріалів медичного призначення;
- реалізувати програмно-апаратні підсистеми моніторинговій системи дослідження біорозчинних матеріалів.

1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ТА ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

Інтернет медичних речей (IoMT) – це термін, що перекриває безліч застосувань. Термін IoMT добре підходить для задоволення потреб галузі охорони здоров'я, підтримуючи перехід від неуспішної допомоги до координованої допомоги та реактивних до проактивних підходів до надання медичної допомоги, наприклад. Використання цієї тенденції за допомогою правильних застосувань, для правильних клієнтів з правильними партнерами та відповідними бізнес-моделями має вирішальне значення для зацікавлених сторін у галузі охорони здоров'я, щоб вижити в умовах жорсткої конкуренції, яку підтримують і стартапи, і технічні гіганти.

На сьогоднішній день існують наступні основні напрямки, що сприяють впровадженню медичного інтернету речей:

- пристрої та мобільні додатки для віддаленого спостереження за станом здоров'я – ці пристрої записують дані в медичні карти пацієнтів в реальному часі, проводять аналіз і відправляють повідомлення з рекомендаціями постачальникам і пацієнтам;

- носимі пристрої – гаджети, які безперервно відстежують повсякденну активність пацієнтів і повідомляють такі відомості, як кількість кроків, витрачені калорії, серцевий ритм і т. д., допомагаючи попередити і, можливо, навіть запобігти виникненню станів, що вимагають надання термінової медичної допомоги;

- пацієнто-орієнтована медицина містить пристрої, що дозволяють надавати медичну допомогу з урахуванням індивідуальних переваг або потреб пацієнтів

Необхідно виділити в окремий розділ пристрої та програмне забезпечення для дослідження матеріалів медичного призначення.

1.1 Медична інформаційна інфраструктура

Медична інформаційна система (МІС) – це сукупність інформаційних, організаційних, програмних і технічних засобів, призначених для автоматизації медичних процесів [1].

Побудова на єдиній базі даних і наявність спеціальних інструментів інтеграції з зовнішніми інформаційними системами формує єдиний інформаційний простір, який забезпечує користувачу доступ до повних, оперативним і достовірним даними. Своєчасне отримання інформації, скорочення термінів обстеження, контроль над виконанням медичних стандартів – все це дозволяє підвищити якість лікування пацієнта.

Класифікація МІС заснована на ієрархічному принципі і відповідає багаторівневій структурі охорони здоров'я:

- базовий рівень (МІС для лікарів різного профілю);
- рівень установ (МІС лікувально профілактичних установ ЛПУ – поліклініки, стаціонарів, диспансерів, лікарень швидкої допомоги);
- територіальний рівень (МІС для профільних і спеціалізованих медичних служб і регіональних органів управління охороною здоров'я);
- державний рівень (МІС Міністерства охорони здоров'я).

Медико-технологічні ІС можна розділити на наступні групи:

- медичні інформаційно-довідкові системи;
- медичні консультативно-діагностичні системи;
- медичні приладо-комп'ютерні системи;
- автоматизоване робоче місце лікаря

Інформаційно-довідкові системи підрозділяються за видами збереженої інформації (клінічна, наукова, нормативно-правова та ін.), за її характером (первинна, вторинна, оперативна, оглядово-аналітична, експертна, прогностична і т. п.), за ознакою об'єкта (матеріально-технічна база, лікарські засоби та інше).

Медичні інформаційні системи територіального рівня. Це програмні комплекси, що забезпечують роботу автоматизованих систем управління органів охорони здоров'я на рівні території (міста, області), включаючи управління спеціалізованими та профільними медичними службами:

- адміністративно-управлінські підсистеми МІС підготовлені для виконання організаційних завдань, що вирішуються керівниками територіальних медичних служб (обласних, міських, районних відділів охорони здоров'я);
- МІС для науково-дослідних інститутів та вищих навчальних закладів вирішують три основні завдання: інформатизацію процесу навчання, науково-дослідної роботи;
- статистичні інформаційні системи, які здійснюють збір, обробку та отримання по території (обласних, міських, районних відділів охорони здоров'я) зведені дані по основним медико-соціальними показниками;
- комп'ютерні телекомунікаційні медичні мережі, що забезпечують створення єдиного інформаційного простору на рівні регіону.

Державний рівень. Автоматизовані системи управління (АСУ МОЗ), призначені для інформаційної підтримки служб державного рівня МОЗ.

Також МІС класифікують:

- за ступенем автоматизації процесів збору інформації на автоматизовані та автоматичні;
- за типом інформаційної бази – транзакційні та експертні системи;
- за видом розв'язання задач – інформаційно-довідкові, інформаційно-логічні та керуючі.

Особливості реалізацій МІС полягають в тому, що медична інформація надходить в реальному часі і повинна зберігатись на протязі років. Тому в основі архітектури МІС обов'язково знаходяться наступні програмні модулі:

- модуль збору інформації;
- база даних;

- Модуль обробки і аналізу даних;
- Модуль управління документообігом;
- Модуль управління медичними апаратними засобами.

Стандартизація даних в галузі охорони здоров'я передбачає наступне [4,5]:

- визначення елементів даних – визначення вмісту даних, що підлягає збору та обміну;
- визначення форматів обміну даними – стандартні формати для електронного кодування;
- визначення елементів даних (включаючи послідовності та обробку помилок). Стандарти обміну можуть також містити вимоги до архітектури документів для структурування елементів даних такими, якими вони є при обмінні та інформаційні моделі, які визначають взаємозв'язки між елементами даних у повідомленні;
- визначення термінології – медичні терміни та поняття, що використовуються для опису, класифікації та кодування елементів даних, мови вираження даних та синтаксис, що описує взаємозв'язки між термінами / поняттями;
- представлення знань – стандартні методи електронного представлення медичної літератури, клінічні настанови тощо для підтримки прийняття рішень.

Електронна система охорони здоров'я складається з центральної бази даних та електронних медичних інформаційних систем, між якими забезпечено автоматизований обмін інформацією, даними та документами через відкритий програмний інтерфейс (API).

Відповідно до постанови, функціональні можливості електронної системи охорони здоров'я, визначені в Порядку функціонування електронної системи охорони здоров'я, впроваджуються поступово, відповідно до етапів реалізації державних фінансових гарантій медичного обслуговування населення згідно із Законом України “Про державні фінансові гарантії медичного

обслуговування населення”. Тому, дуже важливо, щоб всі медичні заклади, які реалізують програму державних фінансових гарантій медичного обслуговування населення були підключені до Електронної системи охорони здоров'я. Крім того, тільки ті заклади, які підключились до даної системи і правильно ввели інформацію про надавачів медичних послуг, місця надання ПМД та декларації з пацієнтами зможуть отримувати фінансування від НСЗУ за новою моделлю фінансування медичних закладів.

МКХ-10 – міжнародна статистична класифікація хвороб та споріднених проблем охорони здоров'я. Ці коди розробляються Всесвітньою організацією охорони здоров'я і знаходяться в публічній власності. 20 травня 2019 ВООЗ видала МКХ 11-го перегляду, що набере чинності після узгодження з усіма країнами ВООЗ.

ІСРС-2 – міжнародна класифікація первинної медичної допомоги (ІСРС) – це найбільш поширена класифікація, яка використовується на первинній ланці в багатьох країнах світу. Головний принцип системи – розуміння того, що в ПМД важливим є не тільки погляд лікаря на проблему пацієнта (діагноз) але і причина звернення пацієнта за медичною допомогою, тому в ІСРС-2 можна кодувати причину звернення пацієнта.

Для кожного візиту пацієнта ІСРС-2 дозволяє кодувати три складові: причину звернення пацієнта до лікаря (найчастіше це певні скарги, консультації або оцінка результатів аналізів); діагноз (як бачить проблему сімейний лікар); дії (що необхідно зробити в конкретній ситуації – лікування, направлення на додаткові методи обстеження або на вторинну ланку).

За допомогою ІСРС-2 можна кодувати скарги, симптоми та синдроми, коли неможливо встановити точний діагноз. Також ця класифікація використовується для обробки медичних записів в електронному вигляді, що робить простішим і точнішим ведення всієї медичної статистики. Навіть при паперовому використанні ІСРС-2 дозволяє спростити ведення медичних

записів. Всесвітня організація охорони здоров'я офіційно включила ICPC до своєї групи міжнародних класифікацій (WHO-FIC).

В Україні діє тимчасовий галузевий класифікатор медичних процедур (послуг) та хірургічних операцій (наказ Міністерства охорони здоров'я України від 28 березня 2019 року № 688).

Australian Classification of Health Interventions, ACHI – австралійський класифікатор медичних інтервенцій, розроблений Австралійським консорціумом з розробки класифікацій (ACCD).

HL7® FHIR – це специфікація платформи, яка визначає набір можливостей, що використовуються в процесі охорони здоров'я, у всіх юрисдикціях та в багатьох різних контекстах.

Функціональна модель системи HL7 EHR надає довідковий перелік функцій, які можуть бути присутніми в Електронній системі обліку здоров'я. Хоча FHIR – це впровадження, орієнтоване на обмін інформацією в галузі охорони здоров'я, це часто трапляється в контексті ЄРПН. Ця таблиця коротко описує один із способів використання FHIR для задоволення вимог, описаних у EHR-FM, і надається для того, щоб допомогти читачам специфікації FHIR зрозуміти, як можна використовувати FHIR. Існує багато інших не менш вагомих способів впровадження EHR-FM та використання FHIR.

Integrating the Healthcare Enterprise (IHE) – стандарт на клінічні робочі процеси, зокрема посилення на клінічні стандарти даних, які слід використовувати.

Стандарти міжнародної організації стандартизації [24]:

- ISO TS22220:2011 – ідентифікація суб'єктів догляду;
- ISO 21090:2011 – узгоджені типи даних для обміну інформацією;
- ISO 13606 – опис моделей клінічної інформації вишого рівня;
- ISO 23940 (ContSys) – процеси охорони здоров'я для безперервної допомоги;
- ISO 14155 – клінічні дослідження;

– ISO IDMP – медичні продукти.

DICOM(National Electrical Manufacturers Association(NEMA) – вимоги до медичної візуалізації та супутніх даних.

Стандарти відіграють ключову роль при забезпеченні інтероперабельності, оскільки вони обіцяють оптимізувати весь життєвий цикл сумісності з eHealth.

В таблиці 1.1 наведено порівняння стандартів збереження даних

Таблиця 1.1 – Порівняння таблиця стандартів збереження даних

	HL7	CRR	OpenEHR
1	2	3	4
1	Стандарт передбачає три варіанти глибини деталізації даних	Передбачено тільки один узагальнений рівень представлення даних	Можлива довільна деталізація інформації на основі заданих архетипів
2	Є широкі можливості щодо конструювання структури документів та повідомлень, проте існує складність в жорсткій прив'язці до стандартних класифікаторів	Існує тільки фіксована структура представлення даних	Засобами системи каталогізації перед представляється можливість формувати довільні структури представлення даних
3	Існує серйозно опрацьовані технології передачі інформації у вигляді повідомлень, є стандартом де-факто серед західних інформаційних систем	За рахунок простих структур і відсутності взаємозв'язків між компонентами передача даних реалізується нескладно	В технології присутній спеціальний розділ, присвячений інтеграції як з однотипними, так і зі сторонніми системами, плюс є штатна можливість формування вибірок із загального сховища медичних карт

Продовження таблиці 1.1

1	2	3	4
4	Стандарт пропонує складну модель роботи і на практиці частіше використовується для вирішення завдань подання та обміну інформацією	Стандартом передбачається тільки накопичення узагальненої інформації без виходу на системні проекти	Стандарт пропонує цілісну картину повного життєвого циклу медичних даних
5	Стандарт передбачає можливість рольової моделі доступу до даних	Стандартом вирішуються конкретні завдання уявлення і обміну інформацією, додаткові функції повинні вирішуватись зовнішніми системами	Закладено принцип розділення персональних та медичних даних, контролю версій документів, розмежування прав доступу та можливості використання електронного цифрового підпису

В результаті проведеного порівняння видно, що при проектуванні сховища даних для сучасної МІС оптимально брати за основу положення стандарту openEHR, як найбільш підходящого в реалізації системних проектів та найбільш гнучкого адаптованого до різних прикладних задач. Разом з тим, при проектуванні системи необхідно враховувати принципи, закладені в стандарті CCR, як максимально прості для реалізації. Вимоги стандарту HL7 необхідно враховувати для подання документів і окремих повідомлень при взаємодії між різними інформаційними системами.

Важливим фактором, що впливає на вибір стандарту, є його відкритість. Так, серед перерахованих тільки openEHR є повністю доступним для використання стандартом, тоді як в інших випадках доступ до інформації обмежений.

1.2 Особливості використання матеріалів медичного призначення

Стентування коронарних артерій – один з методів лікування ішемічної хвороби серця, що дозволяє збільшити і зберегти просвіт ураженої артерії тривалий час. Приклад використання стентів наведено на рис. 1.1.

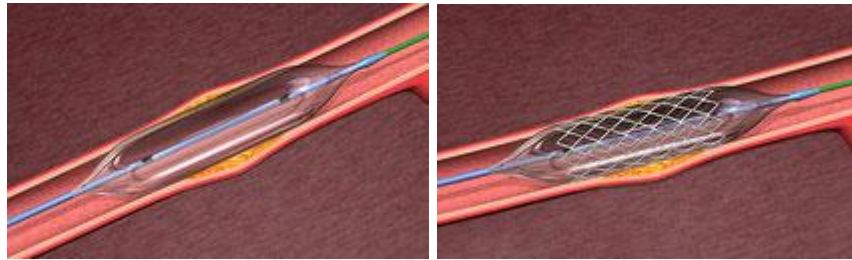


Рисунок 1.1 – Приклад використання стентів [5]

Стенти можуть бути вироблені із нержавіючої сталі, сплавів кобальт, танталу. Нікелі, титана та інших матеріалів. В загальному випадку вони мають трубчасту форму і бувають різних конструкцій [6].

Біорозчинні стенти – це останнє досягнення медицини в лікуванні ішемічної хвороби серця (стенокардії, інфаркту міокарда), на ці стенти покладено багато надій.

Одним із перспективних напрямків закордонної хірургії є використання біорозчинних полімерів на основі полікислот, що застосовують для виготовлення стентів для кровоносних судин, стравоходу, а також для відновлення кісткової тканини. Проте, використання таких матеріалів ускладнено через їх низькі механічні властивості та неповну біодеградацію матеріалу.

Важною перевагою стентів з біорозчинних матеріалів є повільне розчинення стента в тканинах і поступове зникнення пристрою після виконання медичної функції.

Сплави на основі магнію є перспективними біорозчинними матеріалами для виробництва біодеградуєчих стентів, оскільки магній є природнім елементом організму людини і входить до складу м'язових тканин і його внутрішнього середовища.

Стенти, виготовлені зі сплавів на основі магнію, мають суттєві переваги перед біоінертними металевими сплавами та полімерами. Вони не токсичні, не канцерогенні, а головне їх застосування виключає післяопераційні ризики про коронарної ангіопластики (тромбози, аневризми, інсульти), що має велике соціальне та економічне значення.

Головний недолік біорозчинних ендопротезів (стентів) на основі магнію – низька міцність і пластичність цього металу. Тому для отримання необхідних механічних властивостей необхідно збільшувати розміри елементів стента (товщину стінок і струтов). Наприклад, коронарний стент необхідно вирізати з труби досить великої товщини (товщина стінки більше 150 ... 200 мкм). Внаслідок цього значно знижується гнучкість стента, створюючи труднощі при його доставці на місце через систему судин і розширення балоном до потрібного діаметру [8].

Таким чином, незважаючи на величезний потенціал магнію і його сплавів в якості матеріалів для біорозчинних імплантатів, швидка і неконтрольована деградація в фізіологічному середовищі, що супроводжується вивільненням водню, є основним обмеженням використання цих матеріалів. У деяких випадках ці обмеження вдається подолати за рахунок вдалого підбору хімічного складу сплаву і його термомеханічної обробки, але досить загальної методології пошуку магнієвих сплавів з бажаним профілем механічних властивостей, біо сумісності і корозійної стійкості поки не існує.

На кафедрі фізичного матеріалознавства проф. Шаломеєвим було розроблено та випробувано біодеградуєчий ливарний сплав на основі магнію для остеосинтезу, здатний розчинятись в організмі людини зі швидкістю, що дорівнює швидкості зростання кісток при консолидації переломів [9] і тривають

роботи з розроблення нових біорозчинних магнієвих сплавів з комплексом властивостей, необхідних для виготовлення стентів для кровоносній системі. На рис. 1.2 приклад експериментального зразка, що використовується для проведення експериментів.



Рисунок 1.2 – Експериментальний зразок стенту

1.3 Методи проведення випробувань матеріалів медичного призначення

Медичний виріб – будь-який інструмент, апарат, прилад, пристрій, програмне забезпечення, матеріал або інший виріб, що застосовуються як окремо, так і в поєднанні між собою (включаючи програмне забезпечення, передбачене виробником для застосування спеціально для діагностичних та/або терапевтичних цілей та необхідне для належного функціонування медичного виробу), призначені виробником для застосування з метою забезпечення діагностики, профілактики, моніторингу, лікування або полегшення перебігу хвороби пацієнта [11].

Розділимо випробування нового медичного виробу на два етапи: лабораторне дослідження та доклінічне дослідження [12].

Випробування проводять за програмою, в якій вказують хімічний склад сплаву, термічну обробку, механічні властивості, геометричні розміри зразка або деталі, стан поверхні, маркування, метод випробувань, тривалість випробувань, графік проміжних оглядів, кількість орендованих зразків, критерії та способи оцінки результатів випробувань.

Тривалість випробувань для магнію і його сплавів – 60-90 діб. Періодичність оглядів і знімання зразків з випробувань 1, 3, 5, 15, 30, 45, 60, 90 діб.

Оцінку результатів випробувань проводять відповідно до виду корозії і обраним критерієм:

- зміна зовнішнього вигляду поверхні зразків;
- зміна по глибині і кількості корозійних поразок;
- зміна механічних властивостей;
- зміна маси;
- кількість виділився водню;
- зміна глибини і характеру корозійних поразок (металографічний метод) до потрібного діаметру.

Спосіб оцінки результатів випробувань вибирають в залежності від вимог, що пред'являються до матеріалу, методу випробувань і встановлюють в програмі випробувань.

Втрату маси розраховують за формулою:

$$\Delta m = (m_0 - m_1)/S, \quad (1.1)$$

де m_0 – маса зразка до випробування, г;

m_1 – маса зразка після випробування г;

S – площа поверхні зразка, м²

Швидкість корозії K г/м² розраховують за формулою

$$K = \Delta m/\tau, \quad (1.2)$$

де τ – тривалість випробувань, діб.

Результати випробувань, отримані за кількістю водню, що виділився при 6-годинних випробуваннях, призводять до результатів 2-добових випробувань за формулою

$$V = V_1 K / S \quad (1.3)$$

де V обсяг водню, що виділився з одиниці поверхні зразка при 2-добових випробуваннях, обчислений за результатами 6-годинних випробувань, см;

V_1 – обсяг водню, що виділився при 6-годинних випробуваннях, см;

K коефіцієнт переведення результатів 6-годинних випробувань до результатів 2-добових випробувань, рівний 7;

S – площа поверхні зразка, см.

Коефіцієнт переведення (K) обчислюють на основі експериментальних даних різних плавок і представляє тангенс кута нахилу прямої, що визначає залежність зростання відносного обсягу, що виділився водню (V_τ), від часу випробувань.

$$f(\tau) = V_\tau / V_1. \quad (1.4)$$

За коефіцієнт переведення приймають максимальний з обчислювальних коефіцієнтів:

$$K_{\max} = \operatorname{tg} \alpha_{\max}. \quad (1.5)$$

Доклінічне вивчення (апробація) виробу медичного призначення (ВМП) – установлення або підтвердження відповідності виробу медичного призначення вимогам якості та безпечності для здоров'я людини шляхом вивчення наданої документації та/або проведення необхідних досліджень та

вимірювань згідно з відповідними стандартами, санітарними правилами і нормами, нормативно-технічним документами [13].

Основні визначення:

– дослідник – особа, яка відповідає за виконання доклінічного вивчення ВМП;

– керівник доклінічного вивчення – дослідник, який відповідає за проведення доклінічного вивчення ВМП та координує діяльність усіх дослідників;

– замовник доклінічного вивчення – юридична або фізична особа, яка є ініціатором початку доклінічного вивчення ВМП і відповідає за його організацію та фінансування;

– уповноважена установа з доклінічного вивчення (далі - уповноважена установа) – заклад або установа, визначена Державним департаментом як така, що може проводити доклінічне вивчення ВМП;

– документація – усі записи в будь-якій формі (письмовій, електронній, оптичній, а також хроматографи, гістограми тощо), у яких наведені або відтворені методи та/або результати досліджень та вимірювань, чинники, які впливають на хід випробування, а також передбачені при цьому дії;

– протокол – документ, у якому викладено програму, методологію, процедури і результати доклінічного вивчення та/або його етапів;

– аналіз матеріалів доклінічного вивчення – це аналіз протоколів доклінічного вивчення на предмет безпечності ВМП для здоров'я людини з метою прийняття рішення про можливість проведення клінічних випробувань;

– зразок – окремий цілісний діючий ВМП або його частина, наданий для доклінічного вивчення.

1.4 Висновки та постановка завдання дослідження

Аналіз стану сучасного інтернету медичних речей дозволяє підвищити якість та достовірність процесів і в тому числі процесу проведення досліджень нових матеріалів. Для досягнення цієї мети необхідно дослідити сучасну програмно-апаратну архітектуру рішень на основі інтернету речей, розробити модель зберігання даних випробувань медичних матеріалів.

2 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

2.1 Архітектура IoT-систем

Типова архітектура IoT-систем складається з наступних 3-х рівнів [15]:

- кінцеві пристрої (речі, Things) – датчики, сенсори, контролери та інше периферійне устаткування для вимірювання необхідних показників і передачі цих даних в мережу по дротових або бездротових протоколів (Serial, RS-485, MODBUS, CAN bus, OPC UA, BLE, WiFi , Bluetooth, 6LoRaWAN, Sigfox та ін.). Оскільки кожна «порція» цієї інформації невелика за обсягом, такі дані називають малими (Little Data);
- мережеві шлюзи і хаби (Network) – роутери, які об'єднують і підключають кінцеві пристрої до хмари;
- Хмара (Cloud) – віддалений сервер в дата центрі, що обробляє, аналізує і надійно зберігає інформацію. Саме тут малі дані перетворюються в Big Data, коли консолідується безліч інформаційних потоків з різних пристроїв. Так інтернет речей стає «інтелектуальним», оскільки підключаються засоби аналізу даних, в т.ч. з використанням методів машинного навчання (Machine Learning). Це дозволяє ефективно і дистанційно керувати технікою, на якій встановлені кінцеві пристрої. Наприклад, якщо датчики рівня вібрації обладнання показують перевищення допустимих значень, можна заздалегідь спланувати профілактичний ремонт і уникнути поломок дорогих інструментів.

На рисунку 2.1 зображена типова 4 рівнева архітектура.

Щоб отримати правильне розуміння основних дій та основні елементи кожного етапу розглянемо їх більш детально.

На першому етапі необхідно інтегрувати мережеві речі (бездротові датчики та актуатори). Видатною особливістю датчиків є їх здатність перетворювати інформацію, отриману із зовнішнього світу, в дані для аналізу.

Для виконавчих механізмів процес йде ще далі – ці пристрої здатні втручатися у фізичну реальність. Наприклад, вони можуть вимкнути світло і регулювати температуру в кімнаті.

Через це етап зондування та керування охоплює та коригує все необхідне у фізичному світі, щоб отримати необхідне розуміння для подальшого аналізу.

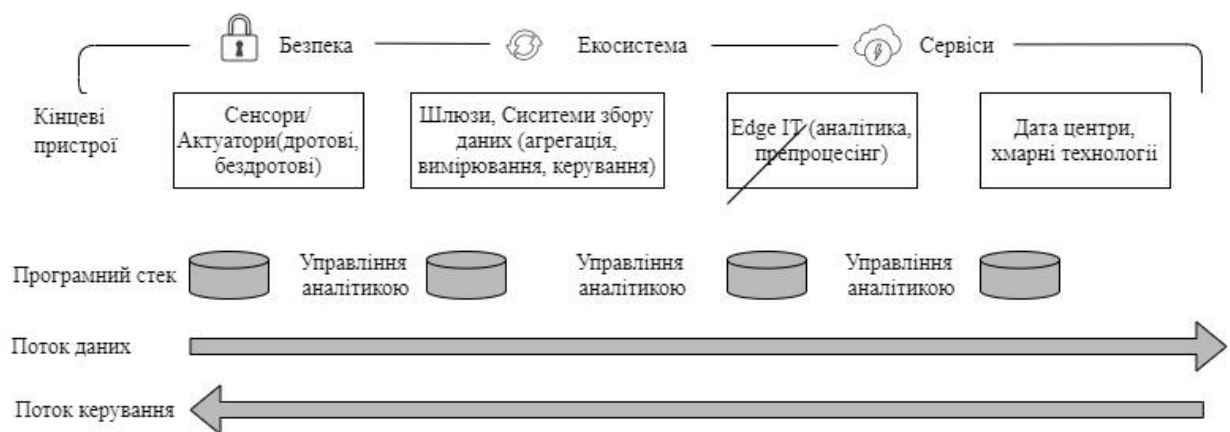


Рисунок 2.1 – Типова архітектура інтернету речей

Другий етап призначений агрегуванню та перетворенню даних.

Незважаючи на те, що цей етап архітектури IoT все ще означає працювати в безпосередній близькості від датчиків і виконавчих механізмів, тут також з'являються Інтернет шлюзи та системи збору даних (DAS). Зокрема, пізніші підключаються до сенсорної мережі та агрегованих виходів, тоді як Інтернет шлюз працює через Wi-Fi, дротові локальні мережі та виконує подальшу обробку.

Життєво важливим значенням цього етапу є обробка величезної кількості інформації, зібраної на попередньому етапі, і стискання її до оптимального розміру для подальшого аналізу. Крім того, тут відбувається необхідне перетворення за термінами та структурою.

Коротше кажучи, етап 2 робить дані як цифровими, так і агрегованими.

На третьому етапі архітектури IoT підготовлені дані передаються до ІТ-оточенн. Зокрема, сучасні ІТ-системи тут проводять розширену аналітику та попередню обробку. Наприклад, це стосується технологій машинного навчання та візуалізації. У той же час тут може відбутися деяка додаткова обробка до етапу входу в центр обробки даних.

Аналогічно, етап 3 тісно пов'язаний з попередніми етапами побудови архітектури IoT. Через це розташування edge ІТ-систем наближається до того, де розташовані датчики та виконавчі механізми, створюючи електропроводку. У той же час проживання у віддалених офісах також можливе.

Основні процеси на останньому етапі архітектури IoT відбуваються в центрі обробки даних або хмарі. Точніше, це дозволяє поглиблену обробку, разом із подальшим переглядом для зворотного зв'язку. Тут потрібні навички фахівців ІТ та ОТ (операційних технологій). Іншими словами, фаза вже містить аналітичні навички найвищого рангу як у цифровому, так і в людському світі. Тому дані інших джерел можуть бути включені сюди для забезпечення поглибленого аналізу.

Після виконання всіх стандартів та вимог якості інформація повертається у фізичний світ – але вже в обробленому та точно проаналізованому вигляді.

Насправді є можливість розширити процес побудови стійкої архітектури IoT, ввівши в неї додатковий етап. Це стосується ініціювання контролю користувача над структурою – якщо бажаним результатом не є повна автоматизація. Основними завданнями тут є візуалізація та управління. Після включення етапу 5 система перетворюється на коло, де користувач надсилає команди датчикам / виконавчим механізмам (етап 1) для виконання деяких дій.

І процес починається спочатку.

2.2 Методи інтеграції даних в інформаційних системах

Інтеграція даних в інформаційних системах розуміється як забезпечення єдиного уніфікованого інтерфейсу для доступу до деякій сукупності, взагалі кажучи, неоднорідних незалежних джерел даних. Таким чином, для користувача інформаційні ресурси всієї сукупності інтегрованих джерел представляються як новий єдиний джерело. Система, що забезпечує користувачеві такі можливості, називається системою інтеграції даних.

Для інтеграції даних в IoT системах необхідно дотримуватись наступних вимог [18]:

- контрактне роз'єднання: система IoT містить різноманітні пристрої з різними протоколами зв'язку. Інтеграційна система повинна бути достатньо компетентною, щоб ефективно обробляти роз'єднання договорів. Роз'єднання контрактів – це здатність системи обслуговувати споживачів послуг та виробників послуг незалежно, не розриваючи контракт між ними. Наприклад, сервісна служба має бути у форматі JSON, а споживачеві послуги потрібні дані у форматі XML. Фреймворк повинний забезпечувати підтримку перетворення повідомлення між форматами, для забезпечення зв'язку між ними;

- масштабованість: з огляду на мінливий характер IoT, ефективна інтеграційна система повинна бути масштабованою та достатньо зручною для розвитку. для підтримки мільярдів речей, які незабаром будуть підключені до Інтернету;

- простота тестування: Інтеграційна система повинна підтримувати легкість тестування та налагодження. Шаблон повинен забезпечувати підтримку налагодження дефектів та збоїв, інтеграційного тестування, тестування компонентів, тестування системи, тестування сумісності, тестування встановлення, функціонального та нефункціонального тестування, тестування продуктивності та тестування безпеки;

– простота розробки: Структура інтеграції IoT повинна забезпечити легкий спосіб розробки для розробників. Структура повинна містити всі структурні елементи та забезпечувати належну документацію для не розробників та розробників з базовими знаннями програмування, щоб легко зрозуміти її суть;

– відмовостійкість: система IoT повинна бути надійною та стійкою. Розумна інтеграційна система повинна ефективно обробляти несправності, оскільки пристрої IoT можуть з часом перемикатися між режимами офлайн та Інтернет. Структура повинна забезпечувати механізми самовідновлення для перехідних несправностей (несправності мережі, несправності рівня вузла тощо), помилок несанкціонованого доступу, аварійного завершення роботи сервера, помилки пропуску (коли сервер не отримує вхідні запити від клієнта), помилки синхронізації тощо;

– полегшена реалізація: фреймворки інтеграції повинні мати незначні накладні витрати як на її стадії розробки, так і на етапі розгортання. Шаблон повинен бути легким і легким для встановлення, видалення, активації, деактивації, оновлення, встановлення версій та адаптації;

– координація послуг: це організація та хореографія послуг. Організація сервісного обслуговування – це координація декількох служб посередником, що діє як централізований компонент. Хореографія послуг, з іншого боку, – це ланцюжок служб для виконання конкретної транзакції. Структури інтеграції повинні підтримувати принаймні одну або обидві для досягнення надійності;

– працездатність між доменами: Шаблон повинний бути додатково масштабований для підтримки міждоменного зв'язку. Наприклад, у домені інтелектуального автомобіля інтеграційна система також повинна забезпечувати підтримку зв'язку та взаємодії зі світлофорами, перекриттям доріг тощо, що належать до домену smart city.

2.3 Проектування процесу дослідження матеріалів медичного призначення

Опираючись на отриману інформацію узагальнимо процес проведення випробувань магнієвих сплавів (рис. 2.2).



Рисунок 2.2 – Узагальнений процес проведення випробувань

Для проведення лабораторного дослідження необхідно розробити фізичну модель, що дозволить імітувати процес тиску крові в артеріях, та отримувати дані.

Для першого етапу результати експериментів повинні вводитись до системи вручну та супроводжуватись відео та фото фіксацією.

Для зберігання даних необхідно розробити структуру даних, що відповідає стандартам організації даних в медичних інформаційних системах. Та використати для подальшого навчання.

Перші два етапи необхідні для реалізації подальшого моніторингу в реальному часі та моделюванні процесу корозії біодеградуємих матеріалів.

3 СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ІМПЛАНТІВ МЕДИЧНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

3.1 Формування вимог до системи

Дуже важливим показником стану організму людини є тиск крові [17]. Для забезпечення необхідних умов проведення експерименту необхідно моделювати тиск крові.

Кров'яний тиск створюється силою скорочення шлуночків серця і опором стінки судини. У різних судинах воно неоднаково. Різниця тиску в різних ділянках кровоносної системи забезпечує безперервний потік крові по судинах з області більшого тиску в область меншого.

Найбільш високо тиск крові в аорті (120 мм рт. Ст.). По мірі просування крові по судинах воно поступово зменшується, досягаючи найменшої величини у верхній і нижній порожнистих венах. У великих венах грудної порожнини тиск практично дорівнює атмосферному. Тиск крові в капілярах знижується до 15 мм рт. ст.

Для того щоб перевести міліметр ртутного стовпа в Паскаль використовували формулу:

$$1 \text{ mmHg} = 133.322 \text{ Pa}, \quad (3.1)$$

що була використана для вибору насосу, який повинен імітувати тиск крові.

Рідина в акваріумі повинна підтримуватися 36.6С, для цього було вирішено використовувати термопару.



Рисунок 3.1 – Фізична модель для процесу випробувань

3.2 Формування вимог до рівня пристроїв

Для реалізації фізичної частини було обрано платформу Raspberry Pi.

Raspberry Pi - одноплатний комп'ютер (рис. 2.1), розроблений британським фондом Raspberry Pi Foundation. Його головне призначення — стимулювати навчання базових комп'ютерних наук у школах.

Raspberry Pi побудований на системі-на-чипі (SoC) Broadcom BCM2835, яка включає в себе процесор ARM із тактовою частотою 700 МГц, графічний процесор VideoCore IV, і 512 чи 256 мегабайтів оперативної пам'яті. Твердий диск відсутній (використовується SD карта). Така апаратна начинка дозволяє відтворювати відео формату H.264 в роздільній здатності 1080p.

Для Raspberry Pi випущено спеціалізований дистрибутив Linux, Raspbian OS (заснований на дистрибутиві Debian) і магазин застосунків Pi Store, де є як

платні, так і безкоштовні програми. Офіційна мова програмування для навчання – Python.

Можливості Raspberry Pi:

- інтернет-серфінг;
- ігри;
- офісні програми;
- керування зовнішніми пристроями завдяки шині GPIO.

Для початку роботи потрібно інсталювати образ операційної системи на SD-карту, вставити її в спеціальний роз'єм, підключити клавіатуру, миш, Ethernet та HDMI для підключення до монітору. Після цього можна під'єднати живлення и через декілька секунд Raspberry Pi готова до роботи.

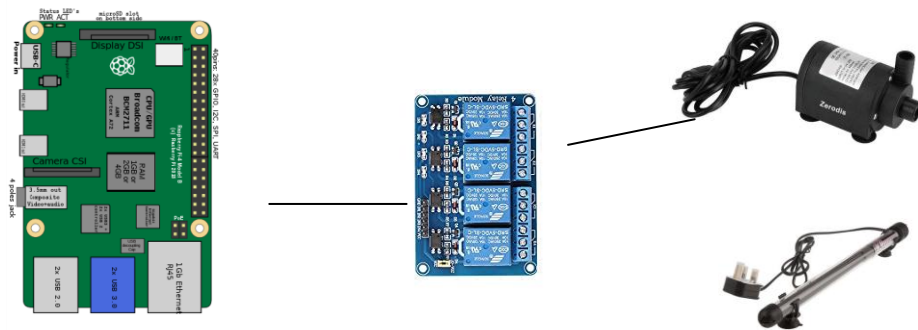


Рисунок 3.2 – Схема компонент системи

Для підключення насосу було використано релейний модуль (рис. 3.3.).

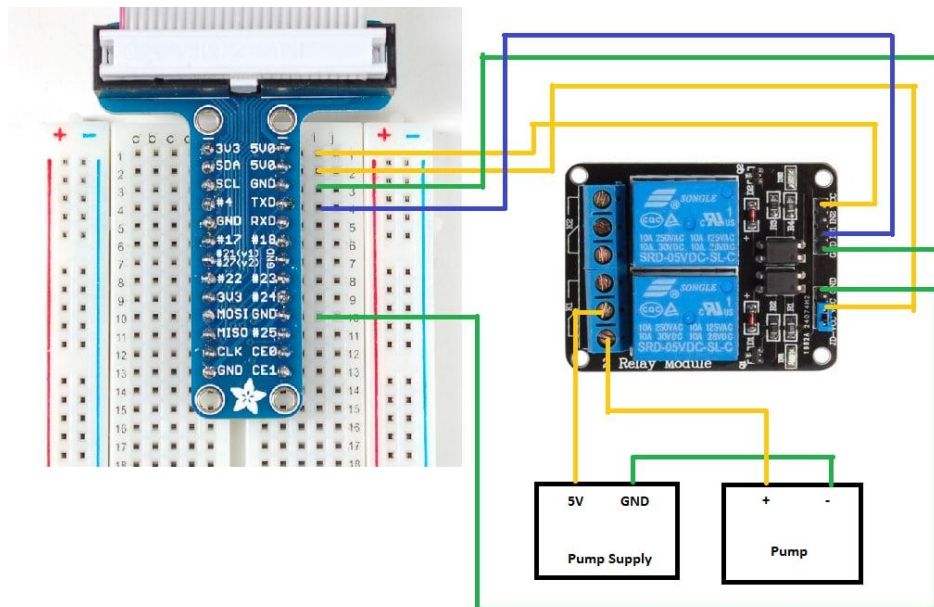


Рисунок 3.3 – Схема підключення насосу

3.3 Проектування даних

Вся інформація, що отримується та обробляється в застосунку зберігається в базі даних. Концептуальна модель бази даних наведена на рисунку 3.4.

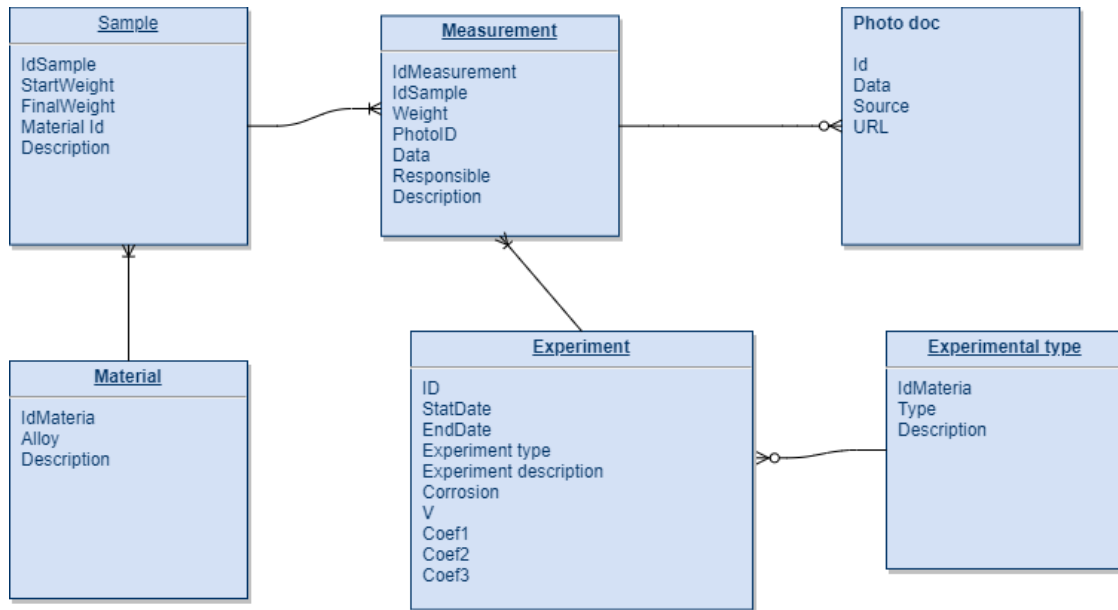


Рисунок 3.4 – Модель даних щодо результатів експериментів

3.4 Формування вимог до рівня клієнтського застосування

Так як моніторингова система повинна бути доступна різним категоріям користувачам, то для її реалізації було обране веб-застосування.

При проектуванні веб-застосування необхідно проектувати:

- логіку, то яким чином система вирішує проблеми користувачів;
- функціонал, то яким чином людина взаємодіє з призначеним для користувача інтерфейсом сайту, що саме, в якому порядку, з використанням яких технічних засобів робить, як різні частини системи взаємодіють між собою;
- графічне представлення – візуалізація дизайну: розташування блоків, колірні і інші оформлювальні рішення, використання графіки для управління увагою.

На рисунках наведено прототип інтерфейсу моніторингової системи.

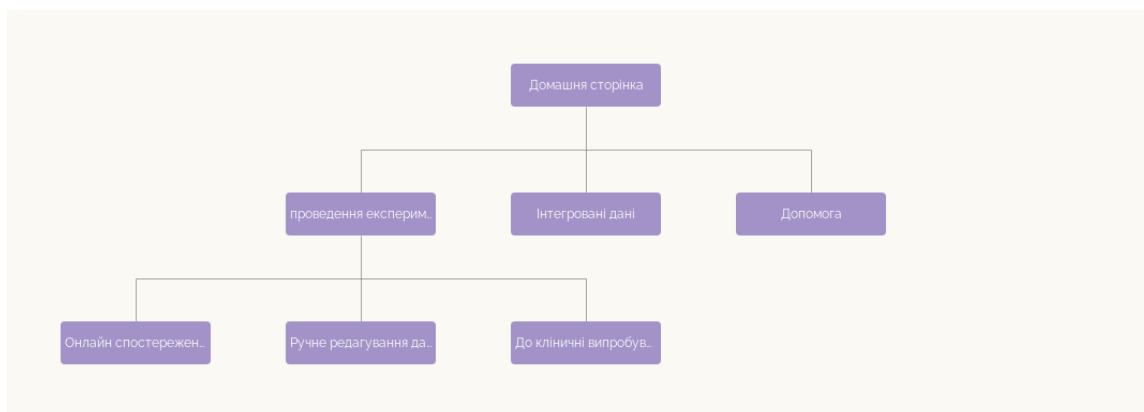


Рисунок 3.5 – Прототип ієрархічної структури сайту

При проектуванні основних елементів брались до уваги F та Z патерни, та діаграму Гутенберга [19].

F-патерн добре описує поведінку користувачів тільки у випадку з текстами або контентом, розміщеним по монотонній сітці.

Діаграма Гутенберга описує модель поведінки користувача при перегляді інформації, яку він бачить на екрані. При подальшому скролінг і переході на другий і наступний екрани модель працює за таким же принципом. Розроблені прототипи наведені на рис. 3.6 та 3.7

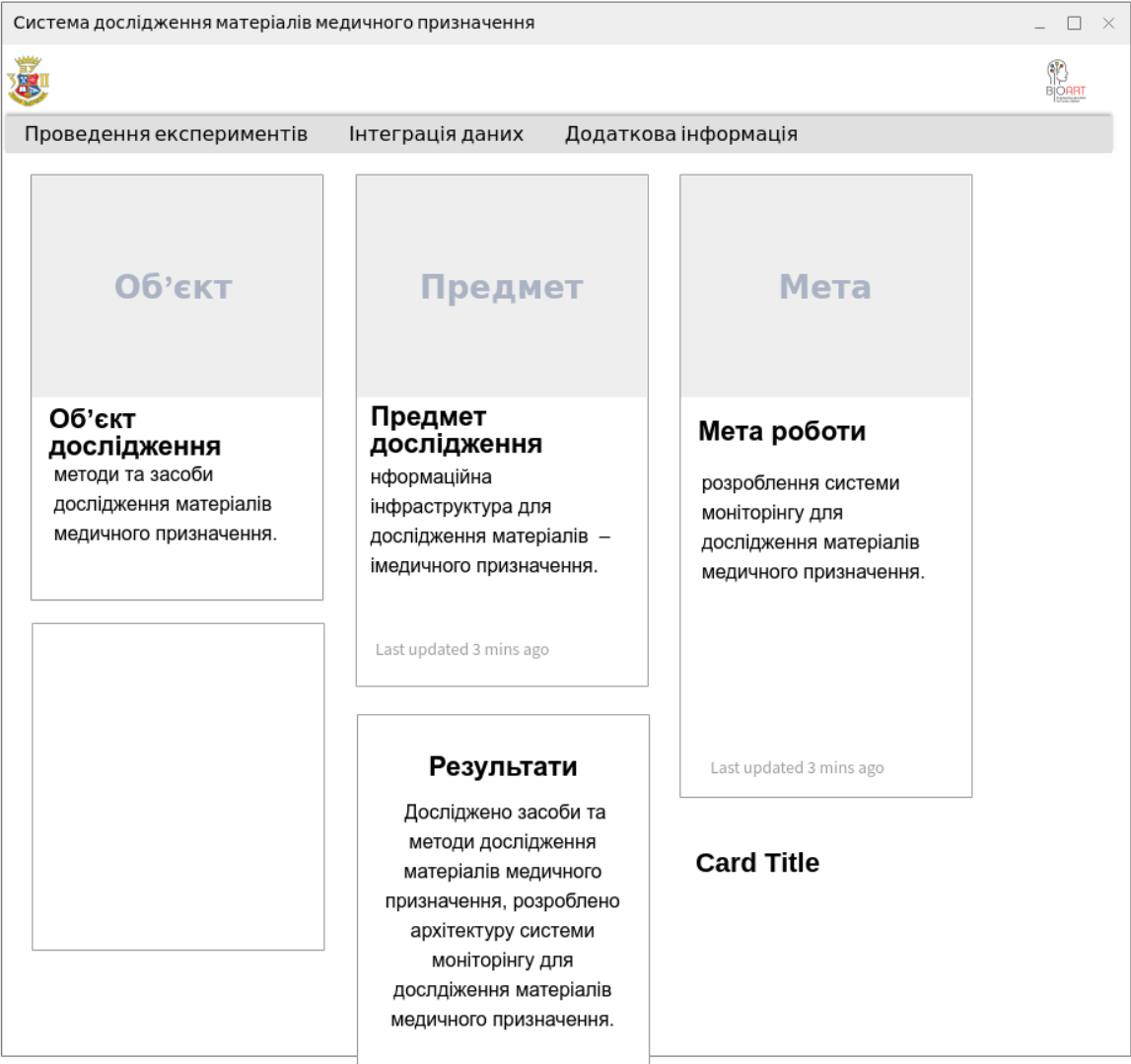


Рисунок 3.6 – Прототип інтерфейсу



Рисунок 3.7 – Прототип інтерфейсу проведення випробувань

4 РОЗРОБКА ПРОГРАМИ

4.1 Використання RESTful API

REST – це підхід архітектури програмного забезпечення для розподілених систем, таких як World Wide Web, який, як правило, використовується для побудови веб-служб. Термін REST був введений у 2000 році Роєм Філдіном, одним з авторів HTTP-протоколу. Системи, що підтримують REST, називаються RESTful-системами [20]. Даний підхід допомагає впровадити стандарти між комп'ютерними системами в Інтернеті, що значно полегшує взаємодію систем між собою:

У підході RESTful API є два ключові терміни:

- ресурс;
- метод ресурсів.

Ключовою абстракцією інформації в REST є ресурс. Будь-яка інформація, яку можна назвати, може бути ресурсом: документ або зображення, тимчасова служба, колекція інших ресурсів, невіртуальний об'єкт (наприклад, особа) тощо. REST використовує ідентифікатор ресурсу для ідентифікації конкретного ресурсу, що бере участь у взаємодії між компонентами.

Стан ресурсу на будь-якій конкретній митці часу називається поданням ресурсу. Представлення складається з даних, метаданих, що описують дані, та гіпер-посилань, які можуть допомогти клієнтам перейти до наступного бажаного стану.

Формат даних представлення відомий як тип носія. Тип носія визначає специфікацію, яка визначає спосіб обробки подання. По-справжньому RESTful API виглядає як гіпертекст. Кожна адресована одиниця інформації містить адресу або явно (наприклад, атрибуту посилання та ідентифікатора), або неявно (наприклад, отримана з визначення типу носія та структури представлення).

Інша важлива річ, пов'язана з REST, – це методи ресурсів, які слід використовувати для здійснення бажаного переходу. Велика кількість людей

помилково пов'язують методи ресурсів із методами HTTP GET/PUT/POST/DELETE.

Рой Філдінг ніколи не згадував жодної рекомендації щодо того, який метод застосовувати в якому стані. Все, що він наголошує, це те, що це повинен бути єдиний інтерфейс. Якщо ви вирішите, що для оновлення ресурсу буде використовуватися HTTP POST – замість того, щоб більшість людей рекомендували HTTP PUT – це нормально, і інтерфейс програми буде RESTful.

В ідеалі все, що потрібно для зміни стану ресурсу, має бути частиною відповіді API для цього ресурсу, включаючи методи та те, в якому стані вони залишать подання [21].

RESTful API надає інформацію про себе у вигляді інформації про свої ресурси. Це також дозволяє клієнтові виконувати дії з цими ресурсами, наприклад, створювати нові ресурси або змінювати існуючі ресурси[19].

У архітектурному підході REST реалізація клієнта і реалізація сервера можуть здійснюватися самостійно, не знаючи одно про одну. Це означає, що код на стороні клієнта може бути змінений в будь-який час, не впливаючи на роботу сервера, і код на стороні сервера може бути змінений без впливу на роботу клієнта.

До тих пір, поки кожна зі сторін знає, який формат повідомлень надсилати іншій, вони можуть бути модульними та відокремленими. Розділяючи питання інтерфейсу користувача від проблем зберігання даних, ми підвищуємо гнучкість інтерфейсу між платформами та покращуємо масштабованість, спрощуючи компоненти сервера. Крім того, поділ дозволяє кожному компоненту розвиватися незалежно.

Використовуючи інтерфейс REST, різні клієнти потрапляють у ті самі кінцеві точки REST, виконують ті ж самі дії і отримують однакові відповіді (рис.4.1).

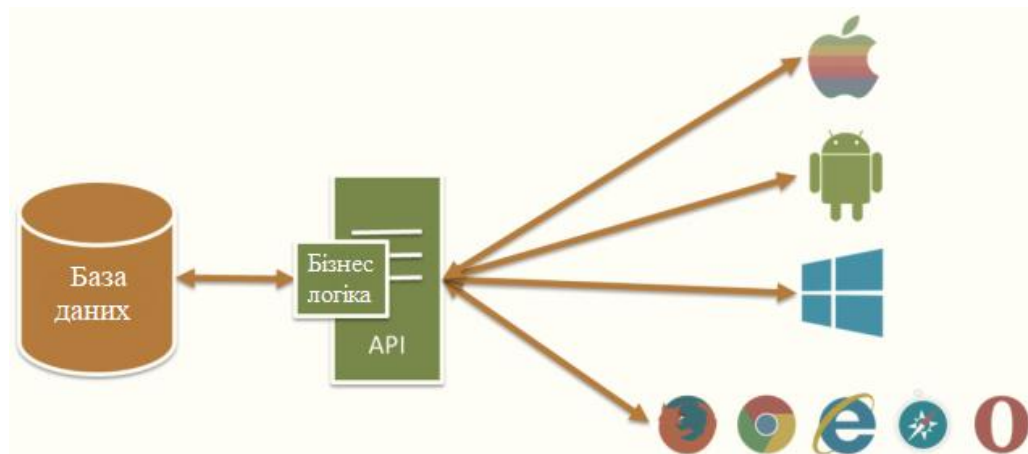


Рисунок 4.1 – Приклад REST архітектури

REST визначає 6 архітектурних обмежень, які роблять будь-який веб-сервіс справжнім RESTful API [22]:

- єдиний інтерфейс;
- розділення клієнта і сервера;
- відсутність стану;
- кешування;
- шари абстракції;
- код на вимогу(опціонально).

Єдиний інтерфейс – це ключове обмеження, яке розрізняє REST API і не REST API. Це говорить про те, що повинен існувати єдиний спосіб взаємодії з даним сервером незалежно від пристрою або типу програми (веб-сайт, мобільний додаток).

Клієнт і сервер діють самостійно, кожен сам по собі, і взаємодія між ними відбувається тільки у вигляді запитів, ініційованих тільки клієнтом, і відповідей, які сервер відправляє клієнту тільки як реакція на запит. Сервер просто чекає запитів від клієнта. Сервер самостійно не починає відправляти інформацію про стан деяких ресурсів.

Відсутність стану – це означає, що необхідний стан для обробки запиту міститься всередині самого запиту, і сервер не буде зберігати нічого, що

стосується сеансу. У REST клієнт повинен включати в себе всю інформацію для сервера, щоб виконати запит, як частину параметрів запитів, заголовків або URI. Відсутність стану забезпечує більшу доступність, оскільки серверу не потрібно підтримувати, оновлювати або передавати стан сеансу. Але існує недолік, коли клієнту потрібно надсилати занадто багато даних на сервер, що навантажує мережу і вимагає більшої пропускної здатності.

Кешування – кожна відповідь повинна включати, чи може відповідь кешуватися чи ні, і наскільки довго відповіді необхідно кешувати на стороні клієнта. Клієнт повертає дані з кешу для будь-якого наступного запиту, тому не буде необхідності повторно надсилати запит на сервер. Добре кероване кешування частково або повністю усуває деякі взаємодії клієнта з сервером, що значно покращує продуктивність. Але іноді існує ймовірність того, що користувач може отримати застарілі дані.

Шари абстракції – між клієнтом, який робить запит, і сервером, який відправляє відповідь, може бути декілька серверів у середині. Ці сервери можуть відповідати за безпеку, кешування, балансування навантаження або інші мати функції. Ці шари не повинні впливати на запит або відповідь. Клієнт не може визначити, чи підключений він безпосередньо до кінцевого сервера, або до посередника на цьому шляху

Код на вимогу – це необов'язкова функція. Відповідно до цього, сервери можуть також надавати виконуваний код клієнту. Приклади коду на вимогу можуть включати в себе складені компоненти, такі як аплети Java і сценарії на стороні клієнта, такі як JavaScript.

Альтернативою є SOAP архітектура. У таблиці 4.1 наведено їх порівняння.

Таблиця 4.1 – Порівняння Rest та SOAP

Критерій	Rest	SOAP
Застосування	Керування ресурсами	Реалізація бізнес логіки
Формат даних	xml,json, ...	xml

Продовження таблиці 4.1

Критерій	Rest	SOAP
Кешування запитів	так	ні
Словник	Оснoваний на http	Потребує реалізації
Документація	Коротка	Об'ємна

Загальна архітектура інфраструктури наведена на рис. 4.2

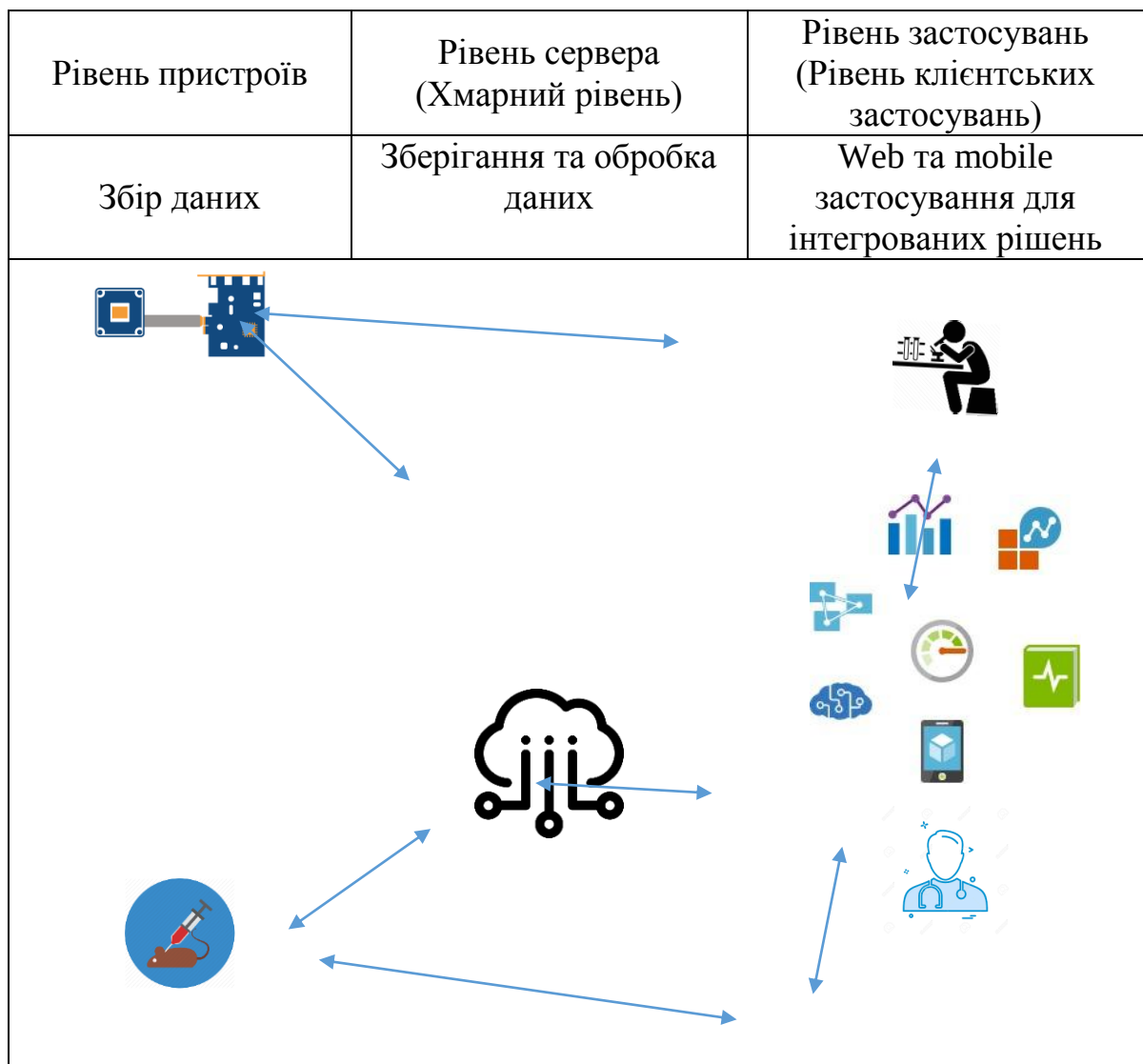


Рисунок 4.2 – Архітектура інфраструктури для дослідження Mg сплавів для проведення лабораторних та доклінічних випробувань

4.2 Огляд середовища розробки Pycharm

В якості середовища для розробки було використано Pycharm, бо даний інструмент допомагає в розробці застосунків з використанням мови Python, JavaScript та багато інших.

Pycharm – інтегроване середовища розробки для мови програмування Python, розроблені компанією JetBrains.

Редактор фактично "отримує" код і глибоко розуміє його структуру, підтримуючи всі можливості мови для сучасних і застарілих проектів. Він забезпечує автозавершення коду, рефакторинг, запобігання помилок та багато іншого.

Також, підтримується крос-технологічна розробка. Крім основної мови програмування, підтримуються:

- JavaScript;
- CoffeeScript;
- TypeScript;
- Cython;
- SQL;
- HTML / CSS;
- Мови для шаблонування;
- AngularJS;
- Node.js;
- Emmet.

Всі перелічені вище технології також мають підтримку рефакторинга, налагодження, юніт-тестування та іншого.

На додаток до підтримки часто використовуваних веб-технологій, PyCharm також забезпечує першокласну підтримку веб-платформи Python, такої як Django. Можна використовувати IDE, щоб скористатися пропозиціями щодо доповнення коду для тегів Django, фільтрів, параметрів і змінних

шаблону. Крім того, можна збирати додаткову інформацію про теги та фільтри, посилаючись на коротку документацію. IDE Python навіть допомагає веб-розробникам налагоджувати шаблони Django, форматовувати код, перевіряти код та працювати з декількома консолями. У той же час PyCharm також підтримує широко використовувані веб-фреймворки Python, такі як Pyramid та Web2Py. Він забезпечує заповнення коду та параметри навігації, характерні для Pyramid. Так само, це дозволяє веб-розробникам скористатися можливостями заповнення коду та навігації під час роботи з Web2Py та багатьма іншими засобами написаними на Python [22].

PyCharm дозволяє підключатися до різних машин та віддалено створювати програмні додатки. Для цього можна скористатися вбудованою консоллю SSH, наданою IDE, для підключення до машин та віддаленого виконання різних завдань розробки за допомогою SSH. Можна навіть запускати, налагоджувати та профілювати програми Python у віддаленому середовищі, замінюючи локальний інтерпретатор на віддалений інтерпретатор. Крім того, PyCharm дозволяє програмістам створювати відтворювані середовища розробки за допомогою надійного інструменту, такого як Vagrant, та спрощувати розробку розподілених програм через Docker.

Крім того, середовища розробки також мають вбудовані інструменти розробника. Вони допомагають виконувати багато рутинних завдань безпосередньо з середовища розробки, завдяки інтеграції з системами керування версіями, підтримці віддаленого розгортання, баз даних/SQL, інструментів командного рядка, Docker, Composer, REST Client та багатьох інших інструментів [23].

4.3 Розроблення веб-інтерфейсу системи

Для розробки фронтенд частини було обрано мову програмування JavaScript, бо вона на сьогоднішній день є майже єдиним рішенням за

допомогою якого можна розробляти застосунки, які можуть працювати у веб-браузері.

JavaScript – це легка, інтерпретована, об'єктно-орієнтована мова з першокласними функціями і найвідоміша як мова сценаріїв веб-сторінок, але вона використовується і в багатьох середовищах, що не належать до браузера. Вона прототипоорієнтована, багатопарадигмна мова сценаріїв, яка є динамічною та підтримує об'єктно-орієнтований, імперативний та функціональний стилі програмування [24].

Єдиною альтернативою може бути TypeScript, але він по суті є обгорткою над JavaScript, яка просто додає деякий «синтаксичний цукор». Також є мова WebAssembly, але воно не є альтернативою JavaScript, а скоріше доповненням.

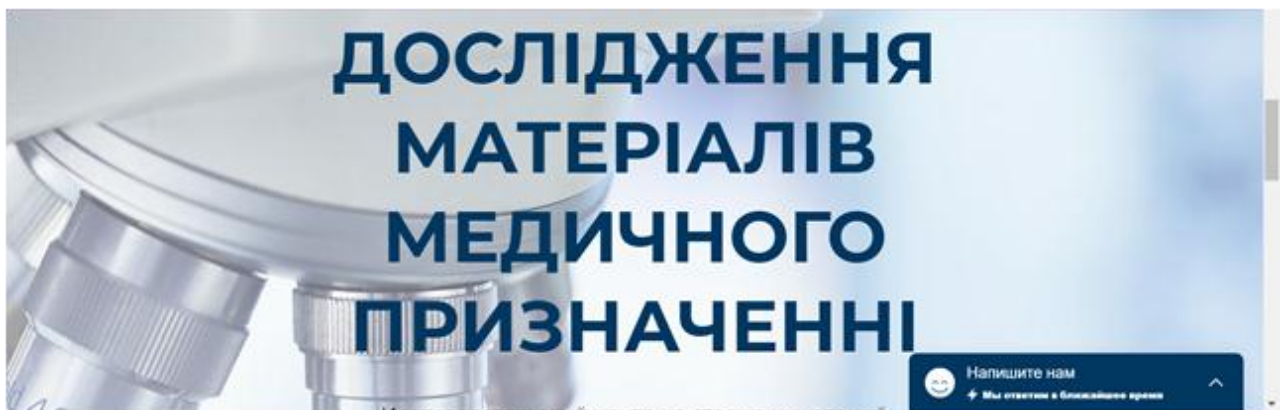


Рисунок 4.3 – Основна сторінка

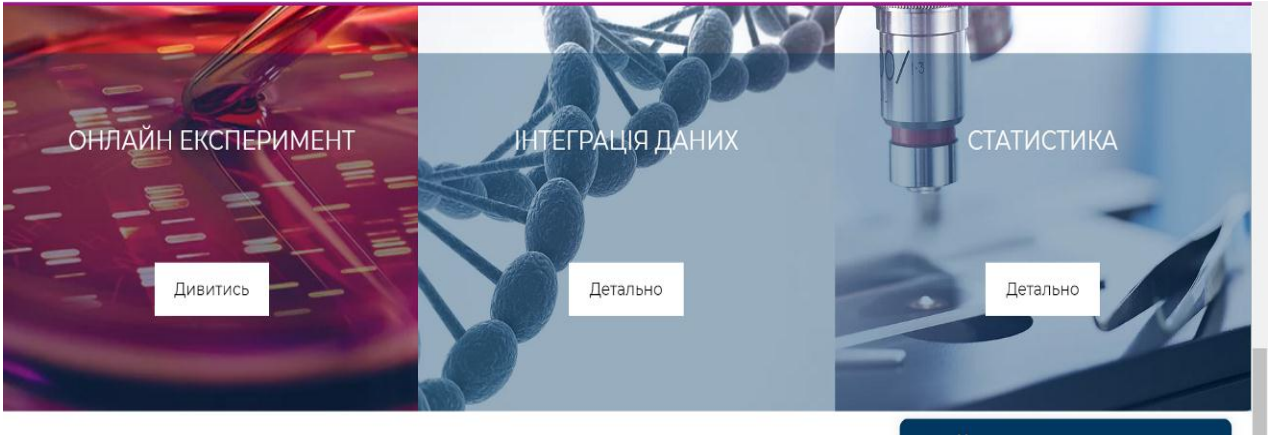


Рисунок 4.4 – Навігація

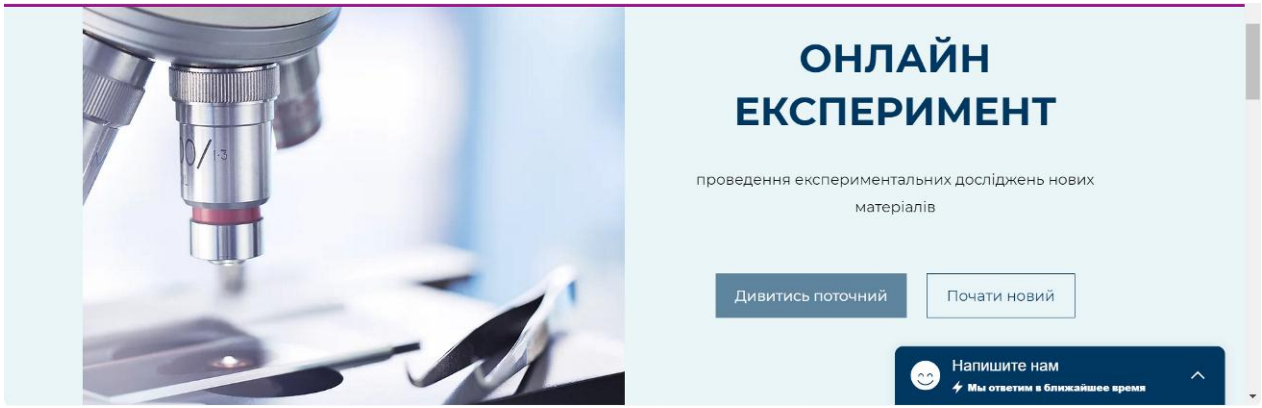


Рисунок 4.5 – Сторінка з керування експериментальними даними

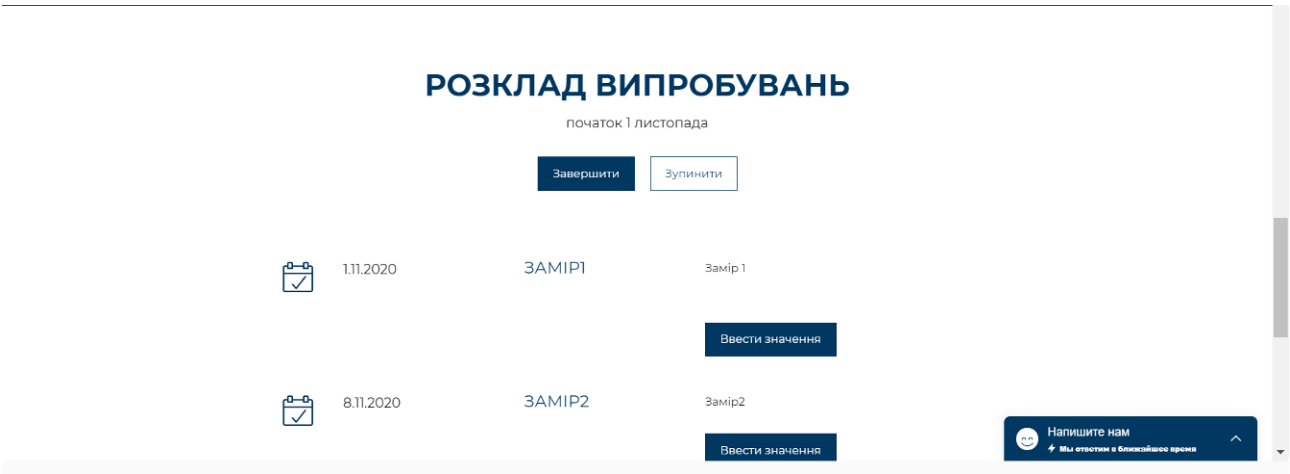


Рисунок 4.6 – Сторінка з розкладом випробовань

ДОДАТИ РЕЗУЛЬТАТ ЕКСПЕРИМЕНТІВ

Фамілія
Іванов І.І.

Выберите дату *
12/01/2020

Маса зразка *
2

Фото зразка
Добавьте веб-адрес

Отправить

Рисунок 4.7 – Результати вимірювань

4.4 Розроблення підсистеми керування насосом

Для розроблення системи керування насосом була обрана мова програмування Python.

Python – інтерпретована мова програмування високого рівня та загального призначення. Створена Гідо ван Россумом і вперше випущена в 1991 році, філософія дизайну Python підкреслює читабельність коду завдяки своєму помітному використанню значних пробілів. Його мовні конструкції та об'єктно-орієнтований підхід мають на меті допомогти програмістам писати чіткий логічний код для малих та великих проектів[25]. Високорівневі вбудовані структури даних у поєднанні з динамічною типізацією та динамічним зв'язуванням роблять її дуже привабливою для швидкої розробки додатків, а також для використання в якості мови сценаріїв або «клею» для з'єднання існуючих компонентів. Простий, легкий у вивченні синтаксис Python підкреслює читабельність і, отже, зменшує витрати на обслуговування програми. Python підтримує модулі та пакети, що заохочує робити програми модульними та повторно використовувати код. Інтерпретатор Python та велика стандартна бібліотека доступні у вихідній або двійковій формі безкоштовно для всіх основних платформ і можуть вільно розповсюджуватися.

Часто програмісти обирають Python через підвищену продуктивність, яку він забезпечує. Оскільки не існує кроку компіляції, цикл редагування-тестування-налагодження неймовірно швидкий. Налагодження програм Python дуже просто: помилка або неправильний ввід ніколи не спричинить помилку сегментації. Натомість, коли інтерпретатор виявляє помилку, виникає виняток. Коли програма не вловлює винятків, інтерпретатор друкує трасування стека. Налагоджувач рівня джерела дозволяє перевіряти локальні та глобальні змінні, оцінювати довільні вирази, встановлювати точки зупинки, переходити через код за рядком за один раз тощо. Налагоджувач написаний на самому Python, що свідчить про інтроспективну силу Python. З іншого боку, часто найшвидшим способом налагодження програми є додавання кількох операторів друку до джерела: швидкий цикл редагування-тестування-налагодження робить цей простий підхід дуже ефективним [26].

Інтерпретатори Python доступні для багатьох операційних систем. Світова спільнота програмістів розробляє та підтримує CPython, безкоштовну та з відкритим кодом реалізації. Некомерційна організація, Фонд програмного забезпечення Python, управляє та направляє ресурси для розробки Python та CPython.

На відміну від багатьох інших мов, Python не обов'язково звільняє пам'ять. Натомість він має виділений розподільник об'єктів для об'єктів розміром менше 512 байт, який зберігає деякі фрагменти вже виділеної пам'яті для подальшого використання в майбутньому. Обсяг пам'яті, який зберігає Python, залежить від моделей використання. У деяких випадках вся виділена пам'ять може бути звільнена лише тоді, коли процес Python завершується.

Якщо тривалий процес Python з часом забирає більше пам'яті, це не обов'язково означає, що є витоки пам'яті [27].

Python, є одним з найбільш затребуваних мов, використовується в цілях створення програм і додатків в наступних областях:

- використання технологій для розробки та забезпечення функціонування об'єктів різного призначення в машинобудуванні, приладобудуванні, медицині, бізнесі, менеджменті, силовий електроніці, банківських системах, в комерційних структурах, в області управління інфокомунікацій, для забезпечення функціонування систем безпеки підприємств, різних галузях промисловості, картографії та геодезії, дизайні, медіаіндустрії, засобах масової інформації, в сфері розробки біотехнологій, в зв'язку, в сфері сервісу, у фізиці і механіці;
- розробка засобів реалізації програм (методичних, інформаційних, технічних, програмних, математичних);
- з метою налагодження програмних засобів Інформсистеми;
- з метою налаштування технічних засобів, які забезпечують введення систем в експлуатацію.

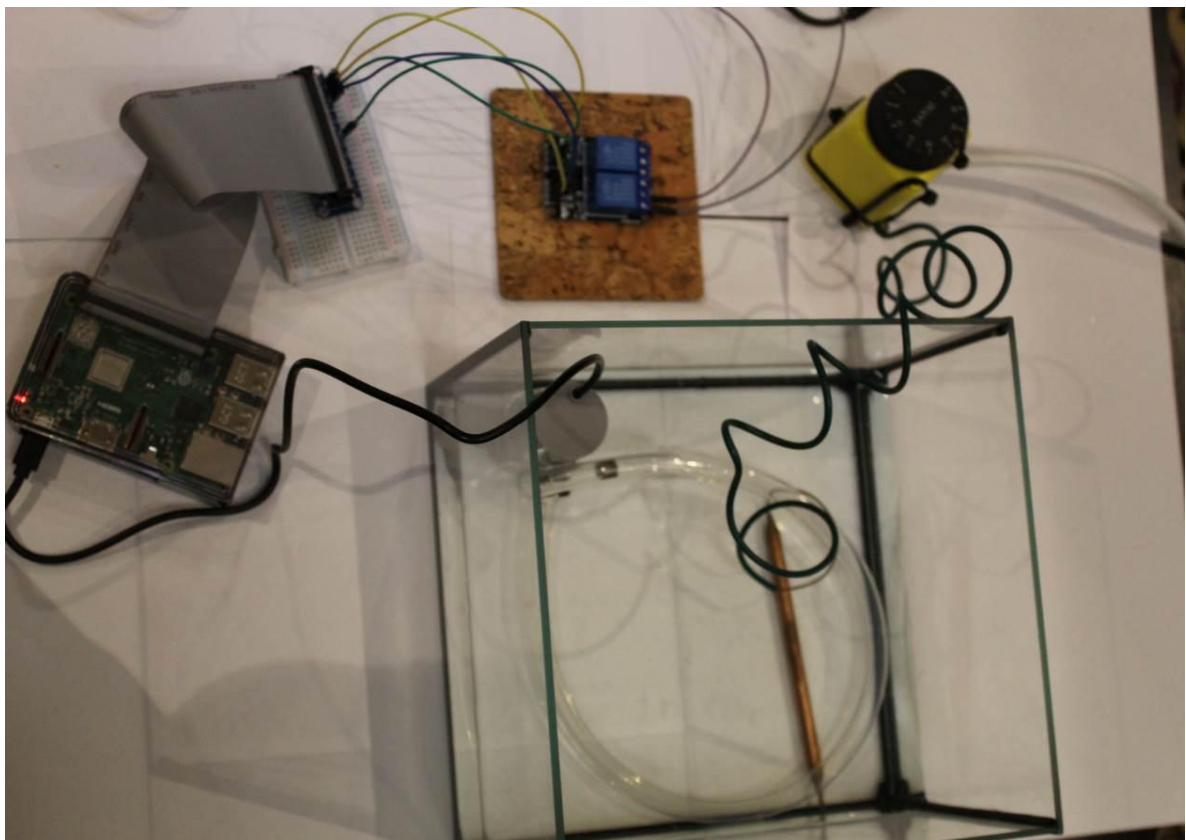


Рисунок 4.8 – Експериментальне устаткування

Для проведення експериментів було розроблена фізична модель (5.1) та реалізована програма керування насосом (додаток А).

4.5 Розроблення бази даних

Тут ми підходимо до іншої концепції – CRUD, яка не що інше, як аббревіатура від Create, Read, Update, Delete – Створити, Прочитати, Оновити, Видалити. Це не що інше, як основні операції для переважної більшості даних.

CRUD потрібен для того, щоб розділити програмний код на окремі частини, кожна з яких відповідає за свої дії. При роботі з базою даних, де кожен http-метод буде виконаний своїм відповідним методом:

- для POST буде виконаний метод create ();
- для GET буде виконаний метод read ();
- для PUT буде виконаний метод update ();
- для DELETE буде виконаний метод delete ().

Були розроблені таблиці Material, Sample, Experiment, Experimental type, Measurement, Photo doc.

Таблиця Sample містить інформацію щодо зразка, що досліджується (табл. 4.2), таблиця Measurement – містить дані щодо конкретного виміру. Для кожного зразка проводиться серія вимірів (табл. 4.3).

Таблиця 4.2 – Структура таблиці «Sample»

Назва поля	Тип поля	Ключ	Опис
IdSample	int	+	Первинний ключ
Start weight	float	–	Вага на початку експериментів
Final weight	float	–	Вага зразка на прикінці експериментів
Material ID	int	–	Id матеріалу зразка
Description	varchar	–	Опис

Таблиця 4.3 – Структура таблиці «Measurement»

Назва поля	Тип поля	Ключ	Опис
IdMeasurement	int	+	Первинний ключ
IdSample	int	+	Первинний ключ
Weight	float	–	Вага
PhotoId	int	–	Id фото зразка зо що відповідає виміру
Responsible	varchar	–	виконавець
Description	varchar	–	Опис

Таблиця Experiment (табл. 4.4) містить узагальнену інформацію щодо проведених експериментів. Під час одного експерименту, можуть проводитись багато вимірювань.

Таблиця Material містить загальну характеристику сплавів, таблиця Experimental type – містить інформацію про тип експериментів – лабораторні, доклінічні та клінічні випробування. Таблиця Photo doc містить посилання на файл з фотографіями. У таблиці 4.5 наведена структура таблиці «Sample».

Таблиця 4.4 – Структура таблиці «Experiments»

Назва поля	Тип поля	Ключ	Опис
ID	int	+	первинний ключ
StartDate	date	–	дата початку експерименту
EndDate	date	–	дата завершення експерименту
Experimental type	int	–	тип експерименту
Description	varchar	–	опис
Corrosion coef	Float	–	коефіцієнт
V	float	–	коефіцієнт
Coef1	float	–	коефіцієнт
Coef2	float	–	коефіцієнт
Coef 3	float	–	коефіцієнт

Таблиця 4.5 – Структура таблиці «Sample»

Назва поля	Тип поля	Ключ	Опис
Id	int	+	первинний ключ
Data	date	–	дата отримання

Продовження таблиці 4.5.

Назва поля	Тип поля	Ключ	Опис
Source	varchar	-	джерело фото
URL	varchar	—	шлях до файлу
Description	varchar	—	опис

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Аналіз потенційних небезпек

В дипломному проекті проводиться розроблення інформаційної інфраструктури для дослідження матеріалів медичного призначення

При роботі постійно або періодично діють наступні небезпечні і шкідливі чинники:

- невідповідність ергономічних характеристик устаткування нормованим величинам внаслідок нераціональної організації робочого місця;
- негативний вплив випромінювань відео дисплейних терміналів на органи зору людини має основною причиною перенапруження м'язового апарату ока, що пов'язане з недостатньою контрастністю та мерехтінням зображення, відблисками та відбитим світлом від моніторів. Крім того, втома очей настає при частій зміні огляду більш освітленого монітора та менш освітленої клавіатури, що призводить до «астенопії» (відчуття дискомфорту та біль в очах);
- можливість ураження електрострумом внаслідок небезпечного рівня напруги в електричному ланцюзі, тому у приміщенні можуть виникнути аварійні ситуації: замикання, загоряння проводки, поразка електрострумом, що може привести до електротравм або летальних наслідків;
- незадовільні умови освітлення робочого місця, в наслідок не рівномірного розподілу освітлювальних приладів;
- невідповідність нормам параметрів мікроклімату;
- небезпеки, пов'язані з підвищеним рівнем шуму, який створюється устаткуванням та людьми, що знаходяться у приміщенні, і які призводить до погіршення слуху;
- можливість загорянь внаслідок порушень правил пожежної безпеки, що може призвести до пожеж;

– неправильні дії персоналу під час НС внаслідок відсутності управління та паніки, що може призвести до травм та летальних наслідків.

5.2. Заходи по забезпеченню техніки безпеки

Забезпечення безпеки праці, організації оптимальних умов праці, а також захисту навколишнього середовища досягається шляхом дотримання норм і проведення заходів, передбачених законодавчими актами України.

Згідно ПУЕ приміщення виробництва відноситься до категорії «Приміщення без підвищеної небезпеки» [28].

Апаратура, що перебуває під небезпечною для життя напругою, припускає забезпечення електробезпеки. Всі металеві частини повинні бути заземлені на третій провід спеціальних триконтактних розеток. Струмопровідні кабелі повинні бути розташовані під дерев'яною підлогою, зверху покритою лінолеумом, або у вигляді схованої проводки в стінах, таким чином, контакт із кабелем виключається. Над кожною розеткою повинен бути попереджувачий надпис.

Електрична ізоляція забезпечується конструкціями пристроїв і способами їхнього підключення. У процесі експлуатації періодично проводиться перевірка якості ізоляції, шляхом виміру її опору. Відповідно до ПУЕ в електроустановках до 1000В мінімальне значення опору ізоляції силових і освітлювальних електропроводок на ділянці між суміжними запобіжниками або за останніми запобіжниками між будь-яким проведенням і землею становить не менш 0,5МОм.

Відповідно до ПУЕ захисне заземлення застосовується у всіх електроустановках змінного струму під напругою 380 В и вище й постійного струму 440В и вище. У приміщеннях з підвищеною небезпекою заземлення використовується в електроустановках змінного струму напругою 42 В та постійного струму 110В. Захисному заземленню підлягають корпуси трансформаторів, оболонки кабелів, металеві огороження електроустановок

відповідно до ДСТУ Б В.2.5-82:2016 Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом [29].

Для уникнення уражень електричним струмом, серед працівників та обслуговуючого персоналу, необхідно виконати розрахунок системи захисного заземлення, яке використовується в електромережах з напругою до 1000 В [30]. Згідно з завданням, вихідні дані для розрахунку захисного заземлення приведені в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Вихідні дані для розрахунку

Назва параметру	Позначення, од.	Значення
Напруга в мережі	U , В	380
Розміри приміщення	$L \times B$, м	6x5
Опір природного заземлювача	R_e , Ом	8
Довжина вертикального стрижня	l_v , м	3
Діаметр вертикального стрижня	d , м	0,018
Ширина смуги	b_c , м	0,038
Питомий опір ґрунту	$\rho_{вим}$, Ом·м	84
Коефіцієнт сезонності ґрунту	Ψ	1,5
Розрахунковий опір заземлення, при $U < 1000$ В	R_3 , Ом	4

Використовуючи дані табл. 5.1, виконаємо алгоритм розрахунку захисного заземлення, який передбачає виконання послідовності обчислень.

Визначаємо необхідний опір штучного заземлювача R_u , Ом, якщо передбачається використання також природного заземлювача R_e , за формулою:

$$R_u = \frac{R_e R_3}{R_e - R_3}, \text{ Ом}; \quad (5.1)$$

де R_e – опір розтіканню струму природних заземлювачів, Ом;

R_3 – розрахунковий нормований опір заземлювального пристрою (ЗП),

$$R_e = 8, R_3 = 4$$

$$R_u = \frac{R_e R_3}{R_e - R_3} = \frac{8 \times 4}{8 - 4} = 8 \text{ Ом}$$

Визначимо розрахунковий питомий опір ґрунту за формулою:

$$\rho = \rho_{\text{вим}} \cdot \Psi, \text{ Ом} \cdot \text{м}; \quad (5.2)$$

де ρ – розрахунковий питомий опір ґрунту, Ом·м;

$\rho_{\text{вим}}$ – питомий опір землі, отриманий у результаті вимірів, Ом·м; $\rho_{\text{вим}} = 84$ Ом·м

Ψ – коефіцієнт сезонності, що враховує промерзання чи висихання ґрунту;
 $\Psi = 1,5$

$$\rho = \rho_{\text{вим}} \cdot \Psi = 84 \cdot 1,5 = 126 \text{ Ом} \cdot \text{м};$$

Обчислимо опір розтіканню струму одиночного вертикального заземлювача R_e , Ом. Для стрижневого заземлювача круглого перерізу, заглибленого в ґрунт (рисунок 1), розрахункова формула має вигляд:

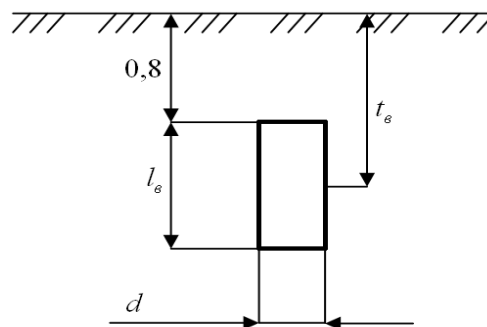


Рисунок 5.1 – Схема залягання стрижневого трубчастого заземлювача

$$R_{\epsilon} = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot l_{\epsilon}} \left(\ln \frac{2 \cdot l_{\epsilon}}{d} + \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{4 \cdot t_{\epsilon} + l_{\epsilon}}{5 \cdot t_{\epsilon} - l_{\epsilon}} \right), \text{ Ом}; \quad (5.3)$$

де ρ – розрахунковий питомий опір ґрунту, Ом·м; $\rho = 126 \text{ Ом} \cdot \text{м}$;

l_{ϵ} – довжина вертикального стрижня, м; $l_{\epsilon} = 3 \text{ м}$;

d – діаметр перерізу стрижня, м; $d = 0,018 \text{ м}$

t_{ϵ} – відстань від поверхні ґрунту до середини довжини вертикального стрижня, яка обчислюється за формулою:

$$t_{\epsilon} = 0,8 + \frac{1}{2} l_{\epsilon}, \text{ м}. \quad (5.4)$$

$$t_{\epsilon} = 0,8 + \frac{1}{2} l_{\epsilon} = 0,8 + 1/2 \cdot 3 = 0,8 + 1,5 = 2,3 \text{ м}$$

Тоді $R_{\epsilon} = 40,04 \text{ Ом}$.

Розрахуємо наближену (мінімальну) кількість вертикальних стрижнів:

$$n' = \frac{R_{\epsilon}}{R_u}, \text{ шт}; \quad (5.5)$$

де R_{ϵ} – опір розтікання струму одиночного вертикального заземлювача, Ом; $R_{\epsilon} = 40,04 \text{ Ом}$

R_u – необхідний опір штучного заземлювача, Ом; $R_u = 8 \text{ Ом}$.

$$n' = \frac{R_{\epsilon}}{R_u} = \frac{40,04}{8} = 5 \text{ шт.}$$

Якщо виходити з розмірів контуру:

$$n = \frac{P}{a}, \text{ шт}; \quad (5.6)$$

де P – периметр прямокутника (приміщення), м. Який визначається за формулою:

$$P = 2 \cdot (L + B), \text{ м}; \quad (5.7)$$

де L – довжина приміщення, м;

B – ширина приміщення, м;

$$P = 2 \cdot (6 + 5) = 22 \text{ м}$$

a – відстань між стрижнями, обумовлена зі співвідношення, м:

$$a = k \cdot l_{\text{г}}; \quad (5.8)$$

де $l_{\text{г}}$ – довжина вертикального стрижня, м;

k – коефіцієнт кратності, який дорівнює 1, 2, 3 (для заглиблених стаціонарних заземлювачів $k=1$).

$$a = k \cdot l_{\text{г}} = 1 \cdot 3 = 3 \text{ м.}$$

Тоді $n = \frac{P}{a} = \frac{22}{3} = 7,33$, приймаємо $n = 8$ шт.

Отриману кількість стрижнів округляють до більшого довідкового значення, але не менше n' .

Визначаємо довжину горизонтальної смуги при конфігурації групового заземлювача – контур:

$$l_z = 1,05 \cdot a \cdot n, \text{ м} \quad (5.9)$$

де n – кількість вертикальних стрижнів; $n = 8$ шт.

a – відстань між вертикальними стрижнями, м; $a = 3$ м

$$l_z = 1,05 \cdot a \cdot n = 1,05 \cdot 8 \cdot 3 = 25,2 \text{ м.}$$

Електричний поділ мережі припускає розділ мережі на окремі електрично непов'язані між собою ділянки за допомогою розділових трансформаторів. Підвищення електробезпечності відбувається за рахунок зменшення ємкості мережі й підвищення опору ізоляції фаз мережі щодо землі.

Подвійна ізоляція забезпечує застосування крім основної, робочої ізоляції струмоведучих частин ще одного шару додаткової ізоляції, що ізолює людину від металевих неструмоведучих частин, які можуть випадково виявитися під напругою. При застосуванні електроустаткування з подвійною ізоляцією не потрібно ні заземлення, ні занулення їхніх корпусів [30].

5.3 Заходи з виробничої санітарії та гігієни праці

У НПАОП 0.00-7.15-18 Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями передбачені гігієнічні вимоги до організації устаткування робочих місць ВДТ ЕОМ [31].

Конструкція робочого стола відповідає сучасним вимогам ергономіки й забезпечувати оптимальне розміщення на робочій поверхні використовуваного устаткування (дисплея, клавіатури, принтера) і документів. Висота робочої поверхні робочого стола із ВДТ регулюється в межах 680...800 мм, а ширина й глибина – забезпечує можливість виконання операцій у зоні досяжності моторного поля (рекомендовані розміри: 600...1400 мм, глибина – 800..1000 мм). Приймаємо робочу поверхню з розмірами 1400x800. Щоб уникнути

відблисків на екрані вікон розмістили робоче місце торцем до вікна, не ближче чим на 1 м. Площа дозволяє нам розмістити додаткові меблі для зберігання документів, магнітних дисків, полками, стелажми, тумбами й т.п.

Під час організації робочого простору враховуємо індивідуальні антропометричні параметри користувача з відповідними допусками на можливі зміни робочих поз та потребу у переміщеннях.

Заходи мінімізації негативного впливу випромінювань від відео дисплейних терміналів на органи зору.

Передбачено такі внутрішньозмінні режими праці та відпочинку при роботі з ЕОМ при 8-годинній денній робочій зміні в залежності від характеру праці:

- для розробників програм із застосуванням ЕОМ слід призначати регламентовану перерву для відпочинку тривалістю 15 хвилин через кожен годину роботи за ВДТ;
- для операторів із застосування ЕОМ слід призначати регламентовані перерви для відпочинку тривалістю 15 хвилин через кожні дві години;
- для операторів комп'ютерного набору слід призначати регламентовані перерви для відпочинку тривалістю 10 хвилин після кожною години роботи за ВДТ.

У всіх випадках, коли виробничі обставини не дозволяють застосувати регламентовані перерви, тривалість безперервної роботи з ВДТ не повинна перевищувати 4 години.

При 12-годинній робочій зміні регламентовані перерви повинні встановлюватися в перші 8 годин роботи аналогічно перервам при 8-годинній робочій зміні, а протягом останніх 4-х годин роботи, незалежно від характеру трудової діяльності, через кожен годину тривалістю 15 хвилин [31].

З метою зменшення негативного впливу монотонності є доцільним застосовувати чергування операцій усвідомленого тексту і числових даних (зміна змісту роботи).

Для зниження нервово-емоційного напруження, втомлення зорового аналізатору, поліпшення мозкового кровообігу, подолання несприятливих наслідків гіподинамії, запобігання втомі доцільні деякі перерви використовувати для виконання комплексу вправ.

В окремих випадках – при хронічних скаргах працюючих з ВДТ ЕОМ і ПЕОМ на зорове втомлення, незважаючи на дотримання санітарно-гігієнічних вимог до режимів праці і відпочинку, а також застосування засобів локального захисту очей – допускаються індивідуальних підхід до обмеження часу робіт з ВДТ, зміни характеру праці, чергування з іншими видами діяльності, не пов'язаними з ВДТ.

Активний відпочинок має полягати у виконанні комплексу гімнастичних вправ, спрямованих на зняття нервового напруження, м'язове розслаблення, відновлення функцій фізіологічних систем, що порушуються протягом трудового процесу, зняття втоми очей, поліпшення мозкового кровообігу і працездатності [32].

Внаслідок роботи за ПК, на фізіологію людини негативно впливають електромагнітні випромінювання. Щоб зменшити наслідки впливу на людину та знизити негативні показники у робочій зоні до допустимих значень, виробни, які створюють електромагнітні поля, повинні мати захисні елементи (екрани, поглиначі і т.д.). Вимоги до захисних елементів повинні бути вказані в стандартах та технічних умовах на конкретні види виробів.

Основними причинами недостатньої або нераціональної освітленості робочих місць є несправність або нераціональний вибір освітлювальних приладів.

Незадовільна освітленість на робочому місці або на робочій зоні може бути причиною зниження продуктивності та якості праці, отримання травм. Недостатнє освітлення викликає зоровий дискомфорт, що виражається у відчутті незручності або напруженості. Тривале перебування в умовах зорового

дискомфорту призводить до розсіювання уваги, зменшення зосередженості, зоровій і загальній втомі.

У офісному приміщенні, згідно ДБН В.2.5-28:2018 «Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення» [33], передбачене природне та штучне освітлення. Природне освітлення здійснено через світлові прорізи, які забезпечують коефіцієнт природної освітленості (КПО) не нижче 1,5%. Для захисту від прямих сонячних променів, які створюють прямі та відбиті відблиски на поверхні екранів і клавіатури, передбачено сонцезахисні пристрої, на вікнах встановлені жалюзі або штори. Штучне освітлення в приміщенні, здійснено системою загального рівномірного освітлення. Як джерела штучного освітлення в приміщенні застосовані люмінесцентні лампи типу ЛБ. При застосуванні яких дотримались наступних умов:

- температура навколишнього повітря не повинна бути нижче, ніж 5°C;
- напруга на освітлювальних приладах повинна бути не менше, ніж 90% номінальної.

Метеорологічні умови в приміщенні офісу – температура повітря, відносна вологість повітря й швидкість його переміщення відповідають встановленим санітарно-гігієнічним вимогам ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень [34]. Робота в офісному приміщенні, належить до категорії Іб - легка робота, тому передбачені наступні оптимальні значення параметрів мікроклімату:

- у холодний період року: температура 21-23°C; відносна вологість: 40-60%; швидкість переміщення повітря: 0,1 м/с;
- у теплий період року: температура 22-24°C; відносна вологість: 40-60%; швидкість переміщення повітря: 0,2 м/с.

Забезпечення таких параметрів мікроклімату досягається оснащенням приміщень пристроями кондиціонування, вентиляції та дезодорації повітря, системами опалювання.

Рівні звукового тиску в октавних смугах частот, рівні звуку та еквівалентні рівні звуку на робочих місцях приміщення відповідають вимогам ДСанПіН 3.3.2.007-98 «Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин» [28] та ДСН 3.3.6.037-99 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку» [35]. Зниження рівня шуму в приміщенні здійснено за допомогою:

- використання блоків живлення ПК з вентиляторами на гумових підвісках;
- переведення жорсткого диска в режим сну (Standby), якщо комп'ютер не працює протягом визначеного часу;
- використання більш сучасного обладнання;
- розташування принтерів та різноманітного устаткування колективного користування на значній відстані від більшості робочих місць працівників.

Неправильне проектування або несправність систем опалення та вентиляції в приміщенні туристичної фірми може призвести до негативних впливів на здоров'я працівників у вигляді простудних захворювань, перегрівань, проблем із дихальними шляхами тощо.

5.4 Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях

5.4.1. Заходи з пожежної безпеки

Заходи з протипожежної безпеки розроблені для виробничого приміщення обладнаного ПК з ВДТ розроблені згідно вимог ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги» [36].

Виходячи з аналізу речовин та матеріалів, які використовуються при роботі у приміщенні, обладнаному ПК з ВДТ:

- згідно ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги» [36] у приміщенні, обладнаному ПК з ВДТ можлива пожежа класу – А та Е;

– відповідно до вимог ДСТУ Б В.1.1-36:2016 «Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою» [37], воно належить до категорії «Д» з пожежної небезпеки – простір у приміщенні, у якому перебувають тверді горючі речовини та матеріали.

Оскільки приміщення належить до категорії «Д» з пожежної небезпеки, тому відповідно до вимог ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги» [36] воно має II ступінь вогнестійкості.

У разі виникнення пожежі у приміщенні обладнаному ПК з ВДТ для евакуації персоналу відповідно до вимог ДБН В.1.1-7:2016 передбачені виходи, по обидві сторони приміщення, з одного боку вікно (на пожежні сходи), а з іншого – вхідні двері. Відстань від найбільш віддаленого робочого місця до найближчого евакуаційного виходу не обмежується.

Обладнання, силові та освітленні мережі приміщення, обладнаного ПК з ВДТ відповідають вимогам пожежної безпеки, оскільки виконані відповідно до вимог ДСТУ Б В.2.5-82:2016 Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом [31], та мають ступінь захисту ізоляції обладнання IP44 яка відповідає класу пожежанебезпечної зони П-Па до якої належить приміщення.

Для виявлення початкової стадії загоряння, швидкого й точного оповіщення служби пожежної охорони про час і місце виникнення пожежі встановлені системи автоматичної пожежної сигналізації (АПС). Вони можуть самостійно пускати в хід установки пожежогасіння, коли пожежа не досягла великих розмірів. Системи АПС складаються з пожежних сповіщувачів, ліній зв'язку й прийомних пультав (станцій). Згідно вимог ДБН В.2.5-56:2014 «Системи протипожежного захисту», в приміщенні обладнаному ПК з ВДТ встановлена система пожежної й охоронної сигналізації «Фотон-ОФІС», яка забезпечує виявлення теплових і димових ознак пожежі і місця виникнення пожежі з точністю до місця розміщення датчика [30].

Оскільки приміщення що обладнане ПК з ВДТ має площу 30 м², тому відповідно до вимог п. 3.8 розділу «Типові норми належності вогнегасників» ДСТУ 4297:2004 «Пожежна техніка. Технічне обслуговування вогнегасників. Загальні технічні вимоги» [32] для гасіння електроустановок, що знаходяться під напругою, передбачені вуглекислотні вогнегасники типу ВВК-3,5 у кількості 2 штук (з розрахунку один вогнегасник с величиною заряду вогнегасної речовини 3,5 кг. і більше, на 20 м² площі приміщення). Відстань між вогнегасниками та місцями можливих загорянь не перевищує 10 м.

5.4.2. Заходи з цивільного захисту

Непідготовленість та неадекватні дії персоналу можуть призвести до значних втрат у разі виникнення надзвичайної ситуації. Для зниження дії несприятливих факторів і наслідків, викликаних НС, використовують захисні укриття. Захисні укриття, як один із напрямів інженерного захисту населення та територій, які призначені для укриття населення під час розвитку небезпечних процесів та явищ. Згідно з призначенням, визначають наступні види захисних споруд: фортифікаційні, військові та цивільної оборони.

З метою захисту цивільного населення, техніки та матеріальних цінностей від сучасних засобів ураження, небезпечних природних і техногенних явищ було розроблено різні по конструкції, захисним властивостям і термінам будівництва захисні споруди цивільного захисту [38]. Захисні споруди, для як найшвидшого прийому постраждалих приводяться в режим готовності протягом 12 годин, на атомних станціях і хімічно – небезпечних об'єктах сховища знаходяться в постійній готовності. Визначають основні види захисних споруд: найпростіші, протирадіаційні та сховища.

Сховища забезпечують захист населення від прогнозованого впливу вражаючих факторів, при застосуванні як звичайних засобів (без урахування прямого потрапляння), бактеріальних засобів, отруйних речовин, так і ядерної

зброї. Окрім захисту від перелічених вражаючих факторів, які наведено вище, сховища забезпечують захист від природних впливів таких як катастрофічне затоплення, аварії із застосування хімічно небезпечних речовин, радіоактивних речовин внаслідок руйнування енергетичних установок, високих температур і продуктів горіння внаслідок виникнення пожеж. Системи життєзабезпечення сховища забезпечують безперервний захист протягом 48 годин. Постачання повітря до сховищ здійснюється в два режими: чистої вентиляції та фільтровентиляції.

Постачання повітря до сховищ, які дислоковані поблизу атомних станцій та хімічно – небезпечних об'єктів, районах можливого затоплення та пожеж, окрім наведених режимів, включає також два додаткових режими: повної ізоляції і часткової ізоляції.

Сховища, як захисні споруди, можна класифікувати по такими критеріями: захисні властивості, кількість місць або місткість, місце розташування, час побудови, матеріал конструкцій, спосіб енергопостачання, забезпечення фільтровентиляційним обладнанням, характер використання в мирний час.

За місткістю, сховища бувають: малі (до 150 чоловік), середні (150-600 чоловік), великі (600-5000 чоловік і більше). При збільшенні місткості сховища, вартість його будівництва на душу населення знижується.

За місцем розташування сховища бувають: окремі, споруджені зовні, споруди заглиблені повністю/частково в землю, вбудовані, розміщені в підвалах і на перших поверхах будівель та споруд, в гірничих виробках і природних порожнинах, в підземних спорудах міського будівництва.

За часом побудови, сховища бувають: побудовані в мирний час і побудовані в умовах НС.

Сховища відрізняються за матеріалом побудови: лісоматеріали, комплексні, кам'яні/блокові, тканинні та тканекаркасні, металеві та

залізобетонні. В свою чергу сховища побудовані із залізобетону, можна класифікувати, як монолітні залізобетонні, збірні та змішані притулки.

Протирадіаційні укриття призначені для захисту населення від впливу іонізуючого випромінювання внаслідок радіоактивного забруднення місцевості. Системи життєзабезпечення забезпечують безперервний захист встановленої кількості осіб до 48 годин. Протирадіаційні укриття можна класифікувати за наступними властивостями: захисні властивості, місткість укриття, фонд приміщень і шляхи постачання повітря.

Найпростішим укриттям є споруда, яка забезпечує лише частковий захист населення від ударної хвилі у повітрі, світлового випромінювання та уламків зруйнованих будівель. Найпростіше укриття може знизити вплив проникаючої радіації та іонізуючих випромінювань на радіоактивно забрудненій місцевості, захистити від негоди та інших несприятливих умов.

До найпростіших укриттів можна віднести: відкриті/перекриті щілини, траншеї, підвали/підпілля з лісоматеріалів, землянки, навіси, цокольні/перші поверхи будівель і заглиблені приміщення.

На облаштування щілин та траншей відводиться до 12 годин. Також існує варіант перетворення останніх у протирадіаційне укриття до 48 годин і у притулок. Місткість найпростішого укриття складає від 10 до 40 чоловік. Усі роботи по будівництву укриттів тісно пов'язані з планами будівництва та евакуації населення.

Нарощування фонду захисних споруд проходить в двох напрямках: комплексне освоєння підземного простору міст: пристосування підвальних приміщень у знову споруджуваних і існуючих будівлях, споруд заглиблених у землю, метрополітенів, підземних гірничих виробок, печер та інших підземних порожнин і пристосування приміщень на цокольних і наземних поверхах в існуючих і знову споруджених будинках [38].

6 ЕКОНОМІКО-ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА

У дипломній кваліфікаційній роботі магістра створено моніторингову систему, що складається з апаратно-програмного забезпечення. У таблиці 6.1 можна побачити зміст ідеї, напрямки застосування та вимоги для споживачів для використання системи.

Таблиця 6.1 – Опис ідеї

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вимоги для споживачів (користувачів)
Створити моніторингову систему для спостереження за корозією коронарних стентів на основі магнієвих сплавів	1. Медицина	Необхідна постійна перевірка роботи системи та стану коронарного стенту
	2. Хірургія	
	3. Протезування	

У наш час мало хто розробляє моніторингові установки для спостереження за корозією коронарних стентів, тому я вважаю що на даний момент динаміка ринку тільки розпочинає зростати. Я вважаю, що на даний момент ніяких обмежень немає, через низьку завантаженість ринку товарами до яких відноситься ситема створена мою за період виконання дипломної роботи. У таблиці 6.2 наведено результати проведеного SWOT-аналізу.

Таблиця 6.2 – SWOT-аналіз

Сильні сторони	Слабкі сторони
– мала ціна компонентів системи; – проста у використанні; – малі розміри; – зберігає данні у хмарному сховищі.	– залежить від системи електропостачання та від мережі інтернет; – через потребу в постійній роботі може сильно перегріватися.

Продовження таблиці 6.2.

Можливості	Загрози
Низька ціна системи дозволить швидко та вигідно розповсюдити її на ринку.	Існує загроза виникнення пожежі через постійну роботу деяких компонентів системи.

У розробці беруть участь програміст, що входить до складу допоміжних робітників, конструктор, що входить до чергового та ремонтного персоналу, і лаборант, що входить до складу основних працівників та спостерігає за роботою системи, та у разі неполадок викликає конструктора. На розробку проекту було витрачено 3 місяці. Розробка моніторингової системи та дослідження розпочалася першого вересня і має бути виконано до кінця листопада 2020 року.

6.1 Планування створення моніторингової системи

Весь комплекс розробки апаратно-програмного забезпечення можна розділити на етапи. Для кожного етапу вказуються трудомісткість виконавців і тривалість робіт вказується трудомісткість, кількість виконавців і тривалість робіт. Інформація з характеристики роботи по розробці моніторингової системи зведена у таблицю 6.3.

За даними таблиці 6.3 складається графік планування розробки програмного продукту.

Таблиця 6.3 – Характеристика робіт по створенню моніторингової системи

Найменування робіт	Трудомісткість		Виконавці	Тривалість днів
	Люд-дн	%		
1	2		3	4
Аналіз ПЗ	15	16,5	Програміст Конструктор Лаборант	5
Прототипування моніторингової системи	5	5,5	Конструктор	5
Програмування системи підтримки температури	10	11	Програміст	10
Отримання коронарного стенту	5	5,5	Лаборант	5
Створення працюючої моніторингової системи	5	5,5	Конструктор	5
Спостереження за коронарним стентом та технічна підтримка	51	56	Лаборант Конструктор	51
Разом	91	100	X	81

У таблиці 6.4 за даними таблиці 6.3 наведено графік тривалості виконання робіт членами команди відповідно до тривалості віх (етапів) життєвого циклу проекту.

Таблиця 6.4 – Схема життєвого циклу інноваційного проекту

Назва робіт	01.09-04.09	07.09-11.09	14.09-18.09	21.09-25.09	28.09-02.10	05.10-09.10	12.10-16.10	19.10-23.10	26.10-30.10	02.11-06.11	09.11-13.11	16.11-20.11	23.11-27.11	30.11.2020
Аналіз ПЗ														
Прототипування моніторингової системи														
Програмування системи підтримки температури														
Отримання коронарного стенту														
Створення працюючої моніторингової системи														
Спостереження за коронарним стентом та технічна підтримка														

 – програміст
  – конструктор
  – лаборант

6.2 Визначення витрат на створення моніторингової системи

Для визначення витрат на створення моніторингової системи складають калькуляцію кошторисної вартості роботи, що включає статті:

- основна заробітна плата;
- додаткова заробітна плата;
- відрахування на єдиний соціальний внесок (ЄСВ);

- матеріали та комплектуючі вироби;
- витрати на спеціальне обладнання;
- накладні витрати.

Витрати на оплату праці з урахуванням балансу робочого часу одного працівника можна побачити в таблиці 6.5.

Таблиця 6.5 – Склад, чисельність та фонд заробітної плати виробничих працівників

Категорії працівників	Наявна чисельність осіб		Тарифна ставка за розрядом виконуваних робіт, грн/годину	Ефективний фонд робочого часу, годин	Тарифний заробіток, грн.	Преміальний відсоток до тарифного заробітку	Розмір премії, грн.	Річний фонд заробітної плати, грн.	ЄСВ, грн.
	За зміну	На добу							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Основні працівники	1	1	9,77	728	7112,56	10%	711,26	7823,82	1735,33
Допоміжні працівники	1	1	9,85	728	7170,80	10%	717,08	7887,88	1756,33
Черговий та ремонтний персонал	1	1	9,97	728	7258,16	10%	725,16	7983,32	1721,24
Разом виробничих працівників	3	3	X	X	X	X	2153,50	23695,02	5212,90

Через те що програміст працює з шкідливим для зору комп'ютером то його тарифна ставка становить 9,77 грн. за годину. Конструктор, що наражає себе на небезпеку при роботі з струмом, має ставку 9,97 грн. за годину, а лаборант, що спостерігає за системою має ставку 9,77 грн. за годину. За формулою 6.1 виходячи з цих даних розраховуємо тарифний заробіток кожного з працівників:

$$З_{\text{тар}} = \Phi_{\text{р.ч.}} \times C_{\text{т.с.}} \quad (6.1)$$

де $Z_{\text{тар}}$ – тарифний заробіток;

$\Phi_{\text{р.ч.}}$ – ефективний фонд робочого часу;

Ст.с. – тарифна ставка за розрядом виконуваних робіт.

$$Z_{\text{тар.програм}} = 9,85 \times 728 = 7170,80 \text{ грн.}$$

$$Z_{\text{тар.констр.}} = 9,97 \times 728 = 7258,16 \text{ грн.}$$

$$Z_{\text{тар.лаб.}} = 9,77 \times 728 = 7112,56 \text{ грн.}$$

За формулою 6.2 можна розрахувати розмір премії, вона становить 10% від тарифного заробітку:

$$Z_{\text{прем}} = Z_{\text{працівника}} \times 10\% \quad (6.2)$$

де $Z_{\text{прем}}$ – це розмір премії;

$Z_{\text{працівника}}$ – заробітна плата програміста, конструктора чи лаборанта.

$$Z_{\text{прем.програм}} = 7170,80 \times 0,1 = 717,08 \text{ грн.}$$

$$Z_{\text{прем.констр.}} = 7258,16 \times 0,1 = 725,82 \text{ грн.}$$

$$Z_{\text{прем.лаб.}} = 7112,56 \times 0,1 = 711,26 \text{ грн.}$$

Виходячи з вище наведених розрахнкі можна розрахвати річний фонд заробітної плати, за формулою 6.3:

$$\Phi_{\text{з.п.}} = Z_{\text{тар.}} + Z_{\text{прем.}} \quad (6.3)$$

де $\Phi_{з.п}$ – річний фонд заробітної плати працівника.

$$\Phi_{з.п.програм} = 7170,80 + 717,08 = 7887,88 \text{ грн.}$$

$$\Phi_{з.п.констр} = 7258,16 + 725,16 = 7983,32 \text{ грн.}$$

$$\Phi_{з.п.лаб} = 7112,56 + 711,26 = 7823,82 \text{ грн.}$$

Відрахування на соціальне страхування становлять 22% і беруться від річний фонд заробітної плати, і визначається за формулою 6.4.

$$\text{ВІД} = \Phi_{з.п.} \times 0,22 \quad (6.4)$$

Отримуємо:

$$\text{ВІД}_{\text{програм}} = 7887,88 \times 0,22 = 1735,33 \text{ грн}$$

$$\text{ВІД}_{\text{констр}} = 7983,32 \times 0,22 = 1756,33 \text{ грн}$$

$$\text{ВІД}_{\text{лаб}} = 7823,82 \times 0,22 = 1721,24 \text{ грн}$$

6.3 Матеріальні витрати та вартість спожитих послуг

У дипломній роботі було використано наступні найменування матеріалів:

- акваріум – 500 грн.;
- шланга діаметром 8мм., довжина 1м. – 15 грн.;
- терморегулятор – 150 грн.;

– насос – 150 грн.;

– магнієвий стент – видав керівник проекту.

Затрати на матеріали розраховуються за формулою 6.5.

$$M = \sum_{i=1}^n (C_i \times N_i \times (1 + K_{\text{ТЗ.}}) - C_{\text{ів}} \times N_{\text{ів}}), \quad (6.5)$$

де M – витрати на матеріали, комплектуючі вироби, грн.;

$K_{\text{ТЗ.}}$ – коефіцієнт, який враховує транспортно-заготовлені витрати (дорівнює 0,05);

C_i – ціна i -го найменування матеріалу і комплектуючого, грн.;

N_i – потреба в i -му матеріалі і комплектуючому;

$C_{\text{ів}}$ – ціна зворотних відходів i -го найменування матеріалу, грн. (дорівнює 0);

$N_{\text{ів}}$ – кількість зворотних відходів i -го найменування (дорівнює 0);

n – кількість найменувань матеріалів і комплектуючих.

Розрахунок затрат на матеріали:

$$M = (1 + 0,05) \times (500 + 15 + 150 + 150) = 855,75 \text{ грн.}$$

У таблиці 6.6 можна побачити витрати на комунальні послуги, що були використані у роботі.

Таблиця 6.6 – Розрахунок вартості спожитих послуг

Вид послуг	Обсяг послуг	Тарифи	Сума грн
Електропостачання	900	1,68	1512,00
Водопостачання	100	14,46	1446,00
Теплопостачання	30	34,56	1036,80
Разом	1030	50,70	3994,80

За формулою 6.6 визначаємо інші витрати ($\text{Витр}_{\text{інш}}$), що становлять 10% від оплати праці:

$$\text{Витр}_{\text{інш}} = \Phi_{\text{з.п.}} \times 0,1 \text{ грн} \quad (6.6)$$

Отже інші витрати становлять:

$$\text{Витр}_{\text{інш}} = 23695,02 \times 0,1 \text{ грн} = 2369,50 \text{ грн.}$$

За формулою 6.7 можна визначити амотизацію проекту

$$A = \Phi_6 \times \frac{H_a}{100}, \quad (6.7)$$

де Φ_6 – балансова вартість установки, грн.;

H_a – норма амортизаційних відрахувань на повне відновлення установки, %.

Балансова вартість установки становить 815 грн.

$$A = 815 \times 0,25 = 203,75$$

У таблиці 6.7 можна побачити кошторис витрат.

Таблиця 6.7 – Кошторис витрат

Калькуляційні статті	Витрати	
	у розрахунку на одиницю продукції, грн.	у розрахунку на весь обсяг продукції, грн.
Сировина та матеріали	815,00	815,00
1. Акваріум	500,00	500,00
2. Шланга	15,00	15,00
3. Терморегулятор	150,00	150,00
4. Насос	150,00	150,00
Електропостачання	1,68	1512,00

Продовження таблиці 6.7.

Калькуляційні статті	Витрати	
	у розрахунку на одиницю продукції, грн.	у розрахунку на весь обсяг продукції, грн.
Водопостачання	14,46	1446,00
Теплопостачання	34,56	3994,80
Разом	865,7	7767,80
Заробітна плата основних виробничих працівників		
1. Програміст	7887,88	23695,02
2. Конструктор	7983,32	
3. Лаборант	7823,82	
ЄСВ		
1. Програміст	1756,33	5212,90
2. Конструктор	1721,24	
3. Лаборант	1735,33	
Амортизація	203,75	203,75
Загальновиробничі витрати	29111,67	29111,67
Виробнича собівартість	29977,37	36879,47
Адміністративні витрати	50,70	6952,80
Інші витрати	2369,50	2369,50
Повна собівартість	2420,20	9322,30

Для розрахунку ціни реалізації створеної системи використано формулу 6.8:

$$Ц_p = П_c \times (1 + (\%ПДВ + \% \text{ очікуваного прибутку})), \text{ грн.} \quad (6.8)$$

де $Ц_p$ – ціна реалізації, грн;

$П_c$ – повна собівартість інноваційного продукту (послуги чи робіт), грн.

$$Ц_p = 9322,30 \times (1 + (-0,2 + 0,3)) = 10254,53 \text{ грн.}$$

Очікуваний дохід розраховується за формулою 6.9:

$$Д = V \times Ц_p, \text{ грн.}$$

де Д – очікуваний дохід від реалізації інноваційного продукту чи обсягів наданих послуг (виконаних робіт);

V – обсяг реалізації інноваційного продукту чи обсягів наданих послуг (виконаних робіт), грн.

Для початку планується реалізувати продукції в обсязі 100 штук. З чого виходить:

$$Д = 100 \times 10254,53 = 1025453,00 \text{ грн}$$

Маючи показник повної собівартості продукту та очікуваного доходу, можна розрахувати прибуток. За формулою 6.10 прибуток розраховується:

$$П_p = Д - П_c \quad (6.10)$$

де $П_p$ – прибуток.

Отже прибуток становитиме:

$$П_p = 1025453,00 - 9322,30 = 1016120,70 \text{ грн.}$$

ВИСНОВКИ

В роботі була розроблена інформаційна інфраструктура для проведення досліджень матеріалів медичного призначення. В основі розробленої інфраструктури знаходиться архітектура IoT систем і вона складається з 3 рівнів – рівня пристроїв, рівень сервера та рівень застосувань.

Для рівня пристроїв було розроблена фізична модель для проведення експериментів з дослідження матеріалів медичного призначення, що дозволяє імітувати тиск крові в коронарних сосудах. Для керування спроектованого пристрою використовується одноплатний міні-комп'ютер Raspberry Pi.

Було виконане проектування процесу досліджень матеріалів медичного призначення, проведено дослідження існуючих моделей та обраний RestFul Api в якості архітектури взаємодії клієнт-сервер.

В роботі було проведено дослідження стандартів, що використовуються для зберігання даних для медичної інформаційної інфраструктури, та розроблено базу даних для зберігання результатів експериментів.

Для рівня застосувань було розроблений прототип та реалізація веб-інтерфейсу, що дозволяє вводити результати досліджень матеріалів медичного призначення.

В якості продовження роботи необхідно модифікувати фізичну модель для отримання даних в реальному часі та розробити мобільні застосування для введення результатів експериментів на різних етапах досліджень.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАННЯ

1. Медичні інформаційні системи: огляд можливостей і приклади використання [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://evergreens.com.ua/ua/articles/medical-information-systems.html>.
2. Програма сучасної трансформації системи охорони здоров'я в Україні « Від дезінтеграції до системного підходу в охороні здоров'я» [Електрон. ресурс]. Режим доступу: <https://trigger.in.ua/analitika/programa-suchasnoyi-transformacziyi-systemy-ohorony-zdorovya-v-ukrayini-vid-dezintegracziyi-do-systemnogo-pidhodu-v-ohoroni-zdorovya.html>
3. Міністерство та комітет цифрової трансформації в Україні [Електрон. ресурс]. Режим доступу: <https://thedigital.gov.ua/ministry>
4. Schulz S. Standards in Healthcare Data. [Text] / S. Schulz, R.Stegwee, C.Chronaki In: Kubben P., Dumontier M., Dekker A. (eds) Fundamentals of Clinical Data Science. Springer, Cham., 2019.
5. Open industry specifications, models and software for e-health [Electronic resource]. Access mode: https://www.openehr.org/about/what_is_openehr
6. Стентирование коронарных артерий [Електроний ресурс]. Режим доступа: <https://www.rusintervention.ru/%D0%BF%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%B0%D0%BC/%D0%BB%D0%B5%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5/%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5-%D0%BA%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%B0%D1%80%D0%BD%D1%8B%D1%85-%D0%B0%D1%80%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%B9/>
7. Папиров И.И. Повышение механических характеристик магниевых сплавов для медицинских целей [Текст] / И.И. Папиров, В.С. Шокуров,

А.И. Пикалов, С.В. Сивцов, А.И. Мазин. Вісник Харківського університету. Серія фізична «Ядра, частинки, поля», вип.1/33 № 763, 2008. С.88-92

8. Папилов И.И. Материалы медицинских стентов: Обзор [Текст] / И.И. Папилов, В.А. Шкуропатенко, В.С. Шокуров, А.И. Пикалов.- Харьков: ННЦ ХФТИ, 2010. - 40 с.

9. Tabunshchik G. Monitoring System for Tests of the Mg Implants [Electronic resource] / G. Tabunshchik, V. Shalomeev, P. Arras // Proceedings of the 3rd International Workshop on Computer Modeling and Intelligent Systems (CMIS 2020), Zaporizhzhia, Ukraine, 27 April-1 May 2020: proceedings of the conference. – Zaporizhzhia: National University "Zaporizhzhia Polytechnic", 2020. – P. 70-78. – Access mode: <http://ceur-ws.org/Vol-2608/paper6.pdf>

10. Пат. 142203 Україна МПК С22С 23/00 Ливарний магнієвий сплав підвищеної міцності // Айкін Микита Дмитрович, Шаломєєв Вадим Анатолійович, Чорний Вадим Миколайович, Табунщик Галина Володимирівна, Клочихін Володимир Валерійович, Зеленюк Олексій Миколайович, заявник і патентовласник Національний Університет «Запорізька політехніка», u201910379(22), заявл.:15.10.2019, опубл.:25.05.2020(46), Бюл.№ 10 (73) <https://base.uipv.org/searchINV/search.php?action=viewdetails&IdClaim=268499&chapter=description>

11. Державна реєстрація медичної техніки та виробів медичного призначення [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://wikipermit.org/country/ukraine/Service32>

12. ISO 7384:1986 Corrosion tests in artificial atmosphere — General requirements 1986-12, 4p

13. Про Порядок проведення доклінічного вивчення медичної техніки та виробів медичного призначення Наказ від 27.12.2002 № 494

14. Киселевский М.В. Биоразлагаемые магниевые сплавы — перспективные материалы медицинского назначения (обзор) / М.В. Киселевский, Н.Ю. Анисимова, Б.Е. Полоцкий, Н.С. Мартыненко, Е.А.

Лукьянова, С.М. Ситдикова, С.В. Добаткин, Yu.Z. Estrin /Современные технологии в медицине, том 11, № 3, 2019 <http://www.stm-journal.ru/ru/numbers/2019/3/1572/html>

15. P. Strouks, 4 Stages of IoT architecture explained in simple words [Electronic resource]. Access mode: <https://medium.com/datadriveninvestor/4-stages-of-iot-architecture-explained-in-simple-words-b2ea8b4f777f>

16. IoT Analytics: How to Move from Data Integration to Real-Time Intelligence [Electronic resource]. Access mode: <https://www.rtinsights.com/iot-analytics-data-integration-and-business-intelligence/>

17. Движение крови по сосудам. Кровяное давление [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.yaklass.ru/p/biologia/chelovek/krovenosnaia-i-limfaticeskaia-sistemy-16070/sistema-organov-krovoobrashcheniia-16069/re-8e67703e-276d-432b-82b3-76e728464766#:~:text=%D0%92%20%D0%B0%D0%BE%D1%80%D1%82%D0%B5%20%D1%81%D0%BA%D0%BE%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C%20%D1%82%D0%BE%D0%BA%D0%B0%20%D0%BA%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B8,1%2C2%20%D0%BC%D0%BC%2F%D1%81.>

18. Uviase O., Kotonya G. IoT Architectural Framework: Connection and IntegrationFramework for IoT Systems EPTCS 264, 2018, pp. 1-17.

19. Как пользователи видят сайты: F- и Z- паттерны, диаграмма Гутенберга [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://netology.ru/blog/users-site-patterns>

20. Архитектура REST [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/38730/>

21. REST API Tutorial [Electronic resource]. Access mode: <https://restfulapi.net/>

22. What is REST [Electronic resource]. Access mode: <https://medium.com/extend/what-is-rest-a-simple-explanation-for-beginners-part-1-introduction-b4a072f8740f>

23. REST API Architectural Constraints [Electronic resource]. Access mode: <https://www.geeksforgeeks.org/rest-api-architectural-constraints/>
24. What is PyCharm IDE? [Electronic resource]. Access mode: <https://medium.com/@mindfiresolutions.usa/what-is-pycharm-ide-cc0735784f64>
25. Pycharm - Introduction [Electronic resource]. Access mode: https://www.tutorialspoint.com/pycharm/pycharm_introduction.htm
26. Introduction to JSON Web Tokens [Electronic resource].
27. About JavaScript [Electronic resource]. Access mode: https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/JavaScript/About_JavaScript
28. Правила улаштування електроустановок [Текст]. Міненерговугілля України, 2017. – 617с.
29. ДСТУ Б В.2.5-82:2016 Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом [Текст] / К. : ДП «УкрНДНЦ», 2016. – 109 с.
30. Яремко З.М. Охорона праці: навч. посіб. / З.М. Яремко, С.В. Тимошук, О.І. Третяк, Р.М. Ковтун; за ред. проф. З.М. Яремка. - Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2010. - 374 с.
31. Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроям [Електронний ресурс] : НПАОП 0.00-7.15-18. – К. : Мінсоцполітики України, 2018. – 6 с. Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0508-18>.
32. Березуцький В.В. Основи професійної безпеки та здоров'я людини: підручник / В.В. Березуцький [та ін.]; під ред. проф. В.В. Березуцького. – Харків: НТУ «ХП», 2018. – 553 с.
33. ДБН В.2.5-28:2018. Природне та штучне освітлення. Посібник: проблеми природного і штучного освітлення. / К: Етіп, 2019. – 180 с.
34. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. / Харків: Форт, 2000 – 24 с.

35. ДСН 3.3.6.037-99 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку» / К.: Міністерство охорони здоров'я України, 1999. – 34с.
36. ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги». / Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2017. – 39 с.
37. Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою [Текст] : ДСТУ Б В.1.1-36:2016. – На заміну НАПБ Б.03.002-2007 ; чинний від 2017-01-01. – К. : Мінрегіонбуд України, 2016. – 66 с.
38. Васійчук В.О. Основи цивільного захисту: Навч. посібник / В.О. Васійчук, В.Є. Гончарук, С.І. Качан, С.М. Мохняк / Основи цивільного захисту Львів, 2010.- 384 с.

ДОДАТОК А

Текст програми

Керування насосом

```
import sys

import RPi.GPIO as GPIO # GPIO library we need to use the GPIO pins
import time # time library for sleep function

# GPIO pins for pump
StepPinForward=32
StepPinBackward=36
GPIO.setmode(GPIO.BOARD)
GPIO.setup(StepPinForward, GPIO.OUT)
GPIO.setup(StepPinBackward, GPIO.OUT)

# GPIO pins for water sensor
channel = 29
# Set the GPIO pin to an input
GPIO.setup(channel, GPIO.IN)

def experiment(channel):
    if GPIO.input(channel):
        print "Turning Water Pump On!"
        pumpforward(5)
    else:
        print " Stopping Water Pump"
        GPIO.output(StepPinForward, GPIO.LOW)

# Function for turning water pump on to suck from tub & push to plants
def pumpforward(x):
```

```

GPIO.output(StepPinForward, GPIO.HIGH)
print "forwarding running pump"
time.sleep(10)
GPIO.output(StepPinForward, GPIO.LOW)

def pumpbackward(x):
    GPIO.output(StepPinBackward, GPIO.HIGH)
    print "backward running pump"
    time.sleep(10)
    GPIO.output(StepPinBackward, GPIO.LOW)

GPIO.add_event_detect(channel, GPIO.BOTH, bouncetime=300)
GPIO.add_event_callback(channel, soilsensor)
while True:
    time.sleep(0.1)

```

Введения даних

```

<head>
  <meta charset="utf-8">
  <meta http-equiv="X-UA-Compatible" content="IE=edge">
  <meta name="viewport" content="width=device-width">
  <meta name="robots" content="noindex, nofollow">
  <meta name="referrer" content="origin">

  <script type="text/javascript">
    window.consentPolicy
    =
    {"functional":true,"analytics":true,"advertising":true,"dataToThirdParty":true,"essential":true};
  </script>

```

```

<!-- Google Tag Manager -->
<script>
  if (window.consentPolicy.advertising) {
    (function(w,d,s,l,i){w[l]=w[l]||[];w[l].push({'gtm.start':
      new Date().getTime(),event:'gtm.js'});var
f=d.getElementsByTagName(s)[0],
    j=d.createElement(s),dl=l!='dataLayer'?'&l='+l:'';j.async=true;j.src=
'https://www.googletagmanager.com/gtm.js?id='+i+dl;f.parentNode.insertBefore(j,f);
    })(window,document,'script','dataLayer','GTM-MDD5C4');
  }
</script>
<!-- End Google Tag Manager -->

<script type="text/javascript">
  console && console.log && console.log('ADI version 2.4006.0');
</script>
<script>
  var getMetadata = function() {
    return {"storyId":"a32da9b1-902f-4ead-823a-
c5c1f8c8c12b","publicUri":"https://editor.wix.com/html/editor/web/renderer/external
_preview/document/a96084f2-a933-4cf3-af96-0b4b4fc3c95f?metaSiteId=63fa5bf7-
b22b-423e-beaa-
d2687ae68053","htmlEditorUri":"https://editor.wix.com/html/editor/web/renderer/edi
t/a96084f2-a933-4cf3-af96-0b4b4fc3c95f?metaSiteId=63fa5bf7-b22b-423e-beaa-
d2687ae68053","dashboardUri":"https://ru.wix.com/my-account/sites/63fa5bf7-
b22b-423e-beaa-
d2687ae68053","siteSettingsUri":"https://www.wix.com/dashboard/63fa5bf7-b22b-

```

```

423e-beaa-d2687ae68053/manage-
website/","connectDomainUri":"https://www.wix.com/dashboard/63fa5bf7-b22b-
423e-beaa-d2687ae68053/manage-
website/domains","siteMediaToken":"JWS.eyJraWQiOiJuRVF5Y0M5TiIsImFsZyI6
IkhTMjU2In0.eyJkYXRhIjoie1widXNlcklkXCI6XCJmN2Q5YzhmYi1mNTdiLTQ3
NTYtOGUyMi0zOWFkNmI1ZjhjNzRcIixcIm1ldGFzaXRlSWRcIjpcIjYzZmE1Ym
Y3LWIyMmItNDIzZS1iZWZhLWQyNjg3YWU2ODA1M1wifSIsImlhdCI6MTYw
NzMwOTE0NSwiZXhwIjoxNjA4NTE4NzQ1fQ.mQ5N-
PGkRCUFtVEUYOZSaDAkIT4yMJGo07Clu9KXr-M","htmlEditorId":"a96084f2-
a933-4cf3-af96-0b4b4fc3c95f","metaSiteId":"63fa5bf7-b22b-423e-beaa-
d2687ae68053"};
};

```

```

function getUrlWithoutParameter(location) {
    var fixedUrl = location.href;
    var metaData = getMetadata();
    var storyId = metaData && metaData.storyId;
    var htmlEditorUriLocation = new URL(metaData.htmlEditorUri);
    var      msId      =      metaData      &&      new
URLSearchParams(htmlEditorUriLocation.search).get('metaSiteId');
    if (storyId && msId) {
        fixedUrl
        =
`${location.href.split('#')[0]}#!/builder/story/${storyId}:${msId}`;
    }
    return fixedUrl;
}

```

```

function getFixedUrlForMultipleStories(location) {
    var fixedUrl = location.href;

```

```

var hashStory = location.hash.match(new RegExp('story/' + "(.*)" + ':'));
if (hashStory && hashStory.length > 1) {
    var realStoryId = hashStory[1];
    var searchParamStoryId = new
URLSearchParams(location.search).get('storyId');
    if (realStoryId !== searchParamStoryId) {
        fixedUrl = location.href.replace(searchParamStoryId, realStoryId);
    }
}
return fixedUrl;
}

function removeTrailingSlashes(url) {
    return url.replace(/\/+$/, "");
}

function getFixedUrl(url) {
    var fixedUrl = url.replace('#/!', '#!')
        .replace(/#\/{0,}$/, '#!');
    var location = new URL(fixedUrl);

    if (location.search.indexOf('storyId=') !== -1) {
        if (location.hash.indexOf('/story/') !== -1) {
            fixedUrl = getFixedUrlForMultipleStories(location);
        } else {
            fixedUrl = getUrlWithoutParameter(location);
        }
    }
}

return fixedUrl;

```

```

    }

    var currentUrl = window.location.href;
    var fixedUrl = getFixedUrl(currentUrl);
    if (removeTrailingSlashes(fixedUrl) !==
removeTrailingSlashes(currentUrl)) {
        window.location.replace(fixedUrl);
    }
</script>
<script type="text/javascript">
    var commonConfig = {"brand":"wix"};
</script>
<script type="text/javascript">
    //
    var ADI = {};

    ADI.getExperiments = function() {
        return
{"specs.EnableConsentPolicyMgmt":"true","specs.wixForum.ForumADISettings":"tr
ue","specs.ADIOnTabletEnabled":"false","specs.ob.reactIntro":"true","specs.ob.adiO
fflineFormsMigration":"true","specs.ob.newTours":"true","specs.AuthorizeDeleteAdi
SiteViaAgc":"true","specs.ob.fixDeserializeWidget":"true","specs.ob.specs.ob.sectio
nHeightOSI":"true","specs.ob.removeGalleryFromSuggestions":"true","specs.ob.new
ContentManager":"true","specs.ob.proGallerySectionIndex":"true","specs.ob.refactor
SaveAndPublish":"true","specs.ob.newPreviewMode":"true","specs.ob.useSquidProx
y":"true","specs.AdiMedReactIntroEnabled":"true","specs.ascend.AccessPackagePic
ker":"true","specs.ob.paidPlans":"true","specs.wos.SiteHistoryBM":"true","specs.Val
idateAutopilotMigration":"true","specs.EmitAdiSiteBuiltBiEvent":"true","specs.ob.m
ed_oneAppDeepLink":"true","specs.ob.TemplateFullStory":"true","specs.LimitConte

```

```

ntSearchTerm":"true","specs.ob.hideSendFeedback":"true","specs.ob.squeezeAllCont
acts":"true","specs.ob.newDealerApi":"true","se_wixStores_ecomPlatformInstallatio
n":"false","specs.ob.onlineEvents":"true","specs.ob.reactIntroInstallChatOnAppsScre
enSkip":"true","specs.ob.introRedirectToServiceOffer":"true","specs.ob.disableMMC
ustomTab":"true","specs.ob.accessibilityCe":"true","specs.ob.useAddWidgetCallback
":"true","specs.AuthorizeDeleteAdiSiteViaGatekeeper":"true","specs.ProvisionTpasI
nCreateSite":"true","specs.AdiAutoCompleteSloppyEnabled":"true","specs.ob.dsSite
NameNewApi":"true","specs.UseBoltInPreviewForAdi":"true","specs.ob.fixRestaura
ntsMenusNonENMetasites":"true","specs.ob.topBarNotifications":"true","specs.ob.F
ullStory":"false","specs.ob.showPostPage":"true","specs.ob.encodeHTMLAgainstXS
S":"true","specs.ob.reactPresetPreview":"true","specs.vod.siteBased":"true","specs.o
b.platformsScreen4":"true","specs.CompressStoryEvents":"true","specs.AdiIncreaseS
electTimeout":"true","specs.ob.mobileMenuContainer":"true","specs.ob.explicitWidg
etRemove":"true","specs.ob.AdiInstallBookCheckoutPage":"true","specs.ob.topBarN
otificationsScrollBar":"true","specs.media.MediaManager3Migrate":"true","specs.vo
d.useGraphAPI":"false","specs.ob.wixEvents":"true","specs.ob.videoOsiActions":"tr
ue","specs.ob.lightboxInfra":"true","specs.ob.membersArea":"true","specs.funnel.En
ableNewCreateSiteUrl":"true","specs.ob.focalPointOSI":"true","specs.ob.videoUploa
der":"true","specs.ob.supportAddRecommendedTpaPages":"true","specs.ob.blogGoT
oEditor":"true","specs.media.MediaManager3":"true","specs.ob.condensedPresets":"t
rue","specs.ob.deleteAdiIntro":"true","specs.ob.med_businessQuestions":"false","spe
cs.wos.businessManagerPhase5":"true","specs.ob.newBusinessQuestions":"true","spe
cs.wos.businessManagerPhase4":"true"};

};

```

```

ADI.messageQueue = [];
ADI.messagesSaver = function(event) {
  ADI.messageQueue.push(event);
};

```

```
window.addEventListener('message', ADI.messagesSaver);
```

```
(function (window) {
    var guidRegex = '[0-9a-f]{8}-[0-9a-f]{4}-[1-5][0-9a-f]{3}-[89ab][0-9a-f]{3}-[0-9a-f]{12}';
    var siteIdRegex = new RegExp('/builder/story/(' + guidRegex + '):(' + guidRegex + ')', 'i');
    ADI.siteId = siteIdRegex.exec(window.location.hash);
})(window);
```

```
(function (window) {
    function redirectToURLWithStoryId(storyId) {
        var storyIdParam = 'storyId=' + storyId;
        var prefix = window.location.search.length === 0 ? '?' : '&';
        window.location.search += prefix + storyIdParam;
        throw new Error('storyId query parameter is missing - redirecting');
    }
```

```
    var storyId = ADI.siteId && ADI.siteId[1];
    var hasStoryIdParam = /\bstoryId=/.test(window.location.search);
    var hasTemplateStoryIdParam =
    /\btemplateStoryId=/.test(window.location.search);
    if (storyId && !hasStoryIdParam && !hasTemplateStoryIdParam) {
        redirectToURLWithStoryId(storyId);
    }
})(window);
```

```
(function (window) {
    ADI.getParameterByName = function(name, url) {
```

```

    if (!url) url = window.location.href;
    name = name.replace(/[\\]/g, '\\$&');
    var regex = new RegExp('[?&]' + name + '([^\&#]*)|&#|$',),
        results = regex.exec(url);
    if (!results) return null;
    if (!results[2]) return '';
    return decodeURIComponent(results[2].replace(/\+/g, ' '));
}
})(window);

```

```
// fedops
```

```

(function () {
    if (!ADI.siteId) {
        return;
    }

```

```

    var appName = 'site-generator-statics-consumer';
    window.fedops = window.fedops || {};
    window.fedops.apps = window.fedops.apps || {};
    window.fedops.apps[appName] = {startLoadTime: performance &&
performance.now && performance.now()};
    window.fedops = window.fedops || {};
    window.fedops.sessionId =
window.localStorage.getItem('fedops.logger.sessionId') || 'xxxxxxxx-xxxx-4xxx-
yyyy-xxxxxxxxxxxxx'.replace(/[xy]/g, function (c) {
    var r = Math.random() * 16 | 0, v = c == 'x' ? r : (r & 0x3 | 0x8);
    return v.toString(16);
});

```

```

        (new Image()).src = '//frog.wix.com/fed?appName=' + appName +
        '&src=72&evid=14&session_id=' + window.fedops.sessionId;
    })());

```

```

    ADI.getTimestamp = typeof performance === 'object' && typeof
performance.now === 'function'
    ? function () {return performance.now()}
    : function () {return Date.now()};

```

```

//fire start open here

```

```

(function (window) {
    if (!ADI.siteId) {
        return;
    }
}

```

```

    ADI.loadStartTime = ADI.getTimestamp();

```

```

    ADI.isTemplate = window.location.href.indexOf('templateSite=true') >=
0 || /\btemplateStoryId=/.test(window.location.search);

```

```

    var instanceId = ADI.siteId[1];

```

```

    var msid = ADI.siteId[2];

```

```

    var loadType = ADI.isTemplate ? 'template' : 'existing%20site';

```

```

    ADI.headlessApi = window.location.hash.indexOf('headlessApi') !== -1;

```

```

    var silentBIValue = ADI.getParameterByName('silentBI');

```

```

    var silentBI = silentBIValue === " || silentBIValue === 'true';

```

```

    if (!silentBI) {

```

```

        var viewerName = (ADI.getExperiments() ||
{ })['specs.UseBoltInPreviewForAdi'] === 'true' ? 'bolt' : 'santa';

```

```

    if (!ADI.headlessApi) {
        (new Image()).src =
        '//frog.wix.com/onboarding?src=66&evid=135&origin=home' +
            '&instanceId=' + instanceId +
            '&msid=' + msid +
            '&loadType=' + loadType +
            '&viewerName=' + viewerName +
            '&esi=36f07967-b666-490f-8423-fa2d652074c4';

        (new Image()).src = '//frog.wix.com/fed?appName=site-generator-
        statics-consumer' +
            '&name=init%20existing' +
            '&src=72' +
            '&evid=15' +
            '&viewerName=' + viewerName +
            '&session_id=' + window.fedops.sessionId +
            '&_=' + new Date().getTime();
        // add interaction manually so later call to interactionEnded() works
        window.fedops.apps['site-generator-statics-consumer'].interactions =
        window.fedops.apps['site-generator-statics-consumer'].interactions || {};
        window.fedops.apps['site-generator-statics-consumer'].interactions['init
        existing'] = {timestamp: performance && performance.now &&
        performance.now()};
    }

    (new Image()).src =
    '//frog.wix.com/onboarding?src=66&evid=1&origin=home' +
        '&phaseName=pre%20init' +
        '&subPhaseName=' +

```

```

    '&msid=' + msid +
    '&esi=36f07967-b666-490f-8423-fa2d652074c4' +
    '&loadType=' + loadType +
    '&viewerName=' + viewerName +
    '&loadTime=' + Math.round(ADI.loadStartTime);
  }
})(window);
// </script>

```

```

<script type="text/javascript">
  ADI.getMetadata = function() {
    return {
      "storyId": "a32da9b1-902f-4ead-823a-c5c1f8c8c12b",
      "publicUri": "https://editor.wix.com/html/editor/web/renderer/external_preview/document/a96084f2-a933-4cf3-af96-0b4b4fc3c95f?metaSiteId=63fa5bf7-b22b-423e-beaa-d2687ae68053",
      "htmlEditorUri": "https://editor.wix.com/html/editor/web/renderer/edit/a96084f2-a933-4cf3-af96-0b4b4fc3c95f?metaSiteId=63fa5bf7-b22b-423e-beaa-d2687ae68053",
      "dashboardUri": "https://ru.wix.com/my-account/sites/63fa5bf7-b22b-423e-beaa-d2687ae68053",
      "siteSettingsUri": "https://www.wix.com/dashboard/63fa5bf7-b22b-423e-beaa-d2687ae68053/manage-website/",
      "connectDomainUri": "https://www.wix.com/dashboard/63fa5bf7-b22b-423e-beaa-d2687ae68053/manage-website/domains",
      "siteMediaToken": "JWS.eyJraWQiOiJuRVF5Y0M5TiIsImFsZyI6IkhTMjU2In0.eyJkYXRhIjoie1widXNlcklkXCI6XCJmN2Q5YzhmYi1mNTdiLTQ3NTYtOGUyMi0zOWFkNmI1ZjhjNzRclixcIm1ldGFzaXRlSWRcIjpcIjYzZmE1YmY3LWIyMmItNDIzZS1iZWZhLWQyNjg3YWU2ODA1M1wifSIsImhhdCI6MTYwNzMwOTE0NSwiZXhwIjojA4NTE4NzQ1fQ.mQ5N-PGkRCUFtVEUYOZSaDAkIT4yMJGo07Clu9KXr-M",
      "htmlEditorId": "a96084f2-

```

```

a933-4cf3-af96-0b4b4fc3c95f","metaSiteId":"63fa5bf7-b22b-423e-beaa-
d2687ae68053"};

};

```

```

ADI.videoLoaderSrc      =      'https://static.parastorage.com/services/adi-
web/2.4006.0/assets/videos/loader.mp4';

```

```

//measure time

```

```

(function (window) {

```

```

    var totalTabVisibleTime, tabVisibleStartTime;

```

```

    var visibilitychangeHandler = function visibilitychangeHandler() {

```

```

        if (document.hidden) { // blur tab

```

```

            totalTabVisibleTime += ADI.getTimestamp() - tabVisibleStartTime;

```

```

        } else { // focus tab

```

```

            tabVisibleStartTime = ADI.getTimestamp();

```

```

        }

```

```

    };

```

```

ADI.measureTimeInTab = {

```

```

    start: function () {

```

```

        totalTabVisibleTime = 0;

```

```

        tabVisibleStartTime = !document.hidden && ADI.getTimestamp();

```

```

        document.addEventListener('visibilitychange',

```

```

visibilitychangeHandler);

```

```

    },

```

```

    end: function () {

```

```

        document.removeEventListener('visibilitychange',

```

```

visibilitychangeHandler);

```

```

    if (!document.hidden) {
        totalTabVisibleTime += ADI.getTimestamp() - tabVisibleStartTime;
    }
    return Math.round(totalTabVisibleTime);
}
};

```

```

    ADI.measureTimeInTab.start();
})(window);
</script>

```

```

<!-- Sentry SDK CDN Loader -->
<script src="https://browser.sentry-cdn.com/5.5.0/bundle.min.js"
crossorigin="anonymous"></script>
<script type="text/javascript">
    // if Sentry failed to load, could happen when using certain ad blocks.
    if (typeof Sentry === 'undefined') {
        var Sentry = undefined;
    }
    Sentry && Sentry.init({ dsn:
'https://2e21bb4dae02428f9a177b942abc4832@sentry.wixpress.com/205' });
</script>

```

```

<script type="text/javascript">
    ADI.openPanel = ADI.getParameterByName('openPanel');
    ADI.focusSpecificAppInPanel = ADI.getParameterByName('openpanel');
    // for marketing!
    ADI.etpa = ADI.getParameterByName('etpa'); // for marketing!

```

```

ADI.fixOrigin = function(url, forceHttps) {
  if ((location.protocol === 'https:' || forceHttps) && url.indexOf('http:')
=== 0) {
    url = 'https:' + url.substr('http:'.length);
  }

  if (url.indexOf('//') === 0) {
    var protocol = forceHttps ? 'https:' : location.protocol;
    return protocol + url;
  }

  if (url.indexOf('://www.') === -1) {
    return url;
  } else {
    return url.replace(/:\V\www\./g, '://' + window.location.host.substr(0,
window.location.host.indexOf('.') + 1));
  }
};

/* */
</script>

<link rel="stylesheet" href="https://static.parastorage.com/services/third-
party/fonts/Helvetica/fontFace.css">

<link rel="stylesheet" href="https://static.parastorage.com/unpkg/angular-
material@1.1.0-rc.5/angular-material.min.css">

<!-- -->

```

```
<link rel="stylesheet" href="https://static.parastorage.com/services/adi-
web/2.4006.0/first-parties-css.min.css">
```

```
<link rel="stylesheet" href="https://static.parastorage.com/services/adi-
web/2.4006.0/fonts2-css.min.css">
```

```
<link rel="prerender"
href="http://editor.wix.com/html/editor/web/renderer/prefetch_preview?ds=true">
```

```
<script type="text/javascript">
```

```
//fix cross domain issue
```

```
document.domain = window.location.hostname.split('.').slice(-2).join('.');
```

```
window.onerror = function() {
```

```
  window.onerror.errors.push([].slice.call(arguments));
```

```
};
```

```
window.onerror.errors = [];
```

```
</script>
```

```
</head>
```

```
<body assistant-stop-on-escape ng-controller="AppCtrl as $ctrl" data-
state="{{ $ctrl.state }}"
```

```
  ng-class="{ 'assistant-on': $ctrl.isAssistantOn, '-is-tpa': $ctrl.isTpa }"
style="background: #fafafa;">
```

```
<!-- -->
```

```
<!-- Google Tag Manager (noscript) -->
```

```
<noscript><iframe
```

```
src="https://www.googletagmanager.com/ns.html?id=GTM-MDD5C4"
```

```

height="0"
width="0"
style="display:none;visibility:hidden"></iframe></noscript>
<!-- End Google Tag Manager (noscript) -->

<app-main> <!-- Ui views didnt work in a template for some reason -->
  <div class="content">
    <builder></builder>
    <div class="content-inner" ui-view="" state-class=""></div>
  </div>
</app-main>

<script
src="https://maps.googleapis.com/maps/api/js?key=AIzaSyD0Rix35PXdJPnLrhvZq
UeWcJSDekqFkb8&libraries=places&language=ru"></script>
<script      src="//static.parastorage.com/services/cookie-consent-policy-
client/1.224.0//app.bundle.min.js"></script>
<script      src="//static.parastorage.com/services/tag-manager-
client/1.240.0//hostTags.bundle.min.js"></script>
<script type="text/javascript">
  (function (window) {
    if      (window.consentPolicyManager      &&
window.consentPolicyManager.init) {
      window.consentPolicyManager.init({
        baseUrl: `https://www.wix.com`,
        consentPolicy:
{"functional":true,"analytics":true,"advertising":true,"dataToThirdParty":true,"essenti
al":true},
      });
    }
  })

```

```

    if (window.wixTagManager) {

window.wixTagManager.init(window.wixTagManager.HOST_NAMES.ADI, 'ru');
    }
  })(window);
</script>

<script src="https://media-manager.wix.com/media-frame.min.js"></script>
<script      src="https://static.parastorage.com/services/media-manager-
api/1.898.0/media-manager-api.js" crossorigin="anonymous"></script>
<script
src="https://static.parastorage.com/unpkg/jquery@2.2.4/dist/jquery.min.js"
crossorigin="anonymous"></script>
<script type="text/javascript">
  (function (window) {
    if (ADI.isTemplate) {
      ADI.templateStoryId = ADI.getParameterByName('templateStoryId') ||
true;
      var                                newUrl                                =
location.href.replace(/&templateStoryId=[^&#]*|templateStoryId=[^&#]*&/, ")
      .replace(/templateSite=true(V?)/, ")
      .replace('?&', '?').replace('&&', '&')
      .replace('&#', '#').replace('?#', '#');
      history.replaceState({}, "", newUrl);

      var loaderContainer = document.createElement('div');
      loaderContainer.id = 'videoLoader';
      loaderContainer.style.cssText = 'width: 100vw; height: 100vh; display:
flex; justify-content: center; background: #fff;';

```

```

        loaderContainer.innerHTML += '<video autoplay muted>' +
            '<source  src="https://d2x3xhvgiqkx42.cloudfront.net/12345678-1234-1234-1234-1234567890ab/c89028dc-062f-4fbf-a360-03018d49c998/2018/12/12/6cc94596-18f2-482d-96a8-838ded8d36b0.mp4" type="video/mp4" />' +
            '</video>';
        document.body.appendChild(loaderContainer);
        document.body.classList.add('loading-site');
    }

```

```

        if (!ADI.siteId || window.location.href.indexOf('previewRevision=') >= 0 || ADI.isTemplate) {
            return;
        }

```

```

        var storyId = ADI.siteId[1] + ':' + ADI.siteId[2];
        var url = '/_api/onboarding-server-web/story/' + storyId;
        url += '?cacheKiller=' + Date.now();
        url += '&editorSessionId=36f07967-b666-490f-8423-fa2d652074c4';
        ADI.storyCache = {};
        ADI.storyCache[storyId] = $.get(url);
    })(window);
</script>

```

```

<script type="text/javascript">
    (function (window) {
        var resApi, res;
        if (typeof Promise !== 'undefined') {
            window.resApiLoaded = new Promise(function (resolve, reject) {

```

```

        resApi = resolve;
    });

    window.signalApiLoaded = function() {
        resApi && resApi();
    };

    window.headlessReady = new Promise(function (resolve, reject) {
        res = resolve;
    });

    window.signalHeadlessReady = function() {
        res && res();
    };
}
})(window);
</script>

<script
src="https://www.google.com/recaptcha/api.js?onload=onLoadRecaptchaCallback&r
ender=explicit" async defer></script>

<script                                crossorigin="anonymous"
src="https://static.parastorage.com/unpkg/angular@1.5.11/angular.min.js"></script>

<script                                crossorigin="anonymous"
src="https://static.parastorage.com/unpkg/angular-i18n@1.5.11/angular-
locale_ru.js"></script>

<script                                crossorigin="anonymous"
src="https://static.parastorage.com/unpkg/angular-animate@1.5.11/angular-
animate.min.js"></script>

```

```

    <script                                crossorigin="anonymous"
src="https://static.parastorage.com/unpkg/lodash@4.17.11/lodash.min.js"></script>

```

```

    <script                                crossorigin="anonymous"
src="https://static.parastorage.com/unpkg/pm-rpc@2.0.0/build/pm-
rpc.min.js"></script>

```

```

    <script                                crossorigin="anonymous"
src="https://static.parastorage.com/unpkg/angular-sanitize@1.5.11/angular-
sanitize.min.js"></script>

```

```

    <script                                crossorigin="anonymous"
src="https://static.parastorage.com/unpkg/angular-translate@2.17.0/dist/angular-
translate.min.js"></script>

```

```

    <script                                crossorigin="anonymous"
src="https://static.parastorage.com/unpkg/angular-aria@1.5.11/angular-
aria.min.js"></script>

```

```

    <script                                crossorigin="anonymous"
src="https://static.parastorage.com/unpkg/angular-messages@1.5.11/angular-
messages.min.js"></script>

```

```

    <script                                crossorigin="anonymous"
src="https://static.parastorage.com/unpkg/angular-material@1.1.0-rc.5/angular-
material.min.js"></script>

```

```

    <script crossorigin="anonymous" src="//static.parastorage.com/services/site-
generator-statics-metadata/1.1614.0/scripts/scripts.js"></script>

```

```

    <script                                crossorigin="anonymous"
src="https://static.parastorage.com/unpkg/es6-shim@0.35.3/es6-
shim.min.js"></script>

```

```

        <script                                crossorigin="anonymous"
src="https://static.parastorage.com/unpkg/@cgross/angular-
notify@2.5.1/dist/angular-notify.min.js"></script>

        <script                                crossorigin="anonymous"
src="https://static.parastorage.com/unpkg/@wix/js-sdk-
commons@1.0.448/dist/scripts/scripts.js"></script>

        <script                                crossorigin="anonymous"
src="https://static.parastorage.com/unpkg/angular-elastic@2.5.1/elastic.js"></script>

        <script                                crossorigin="anonymous"
src="https://static.parastorage.com/unpkg/angular-local-storage@0.2.7/dist/angular-
local-storage.min.js"></script>

        <script                                crossorigin="anonymous"
src="https://static.parastorage.com/unpkg/angular-ui-tree@2.22.6/dist/angular-ui-
tree.min.js"></script>

        <script                                crossorigin="anonymous"
src="https://static.parastorage.com/unpkg/angular-ui-router@0.2.18/release/angular-
ui-router.min.js"></script>

        <script                                crossorigin="anonymous"
src="https://static.parastorage.com/unpkg/tinycolor2@1.4.1/dist/tinycolor-
min.js"></script>

        <script                                crossorigin="anonymous"
src="https://static.parastorage.com/unpkg/color-thief@1.0.317"></script>

        <script                                crossorigin="anonymous"
src="https://static.parastorage.com/unpkg/angularjs-color-
picker@2.7.2/dist/angularjs-color-picker.min.js"></script>

        <script                                crossorigin="anonymous"
src="https://static.parastorage.com/unpkg/angular-
xeditable@0.1.12/dist/js/xeditable.min.js"></script>

```

```

<script                                crossorigin="anonymous"
src="https://static.parastorage.com/unpkg/angular-socialshare@2.3.11/dist/angular-
socialshare.min.js"></script>

```

```

<script                                crossorigin="anonymous"
src="https://static.parastorage.com/unpkg/angular-drag-and-drop-
lists@1.4.0/angular-drag-and-drop-lists.min.js"></script>

```

```

<script                                crossorigin="anonymous"
src="https://static.parastorage.com/unpkg/ng-sortable@1.3.7/dist/ng-
sortable.min.js"></script>

```

```

<script                                crossorigin="anonymous"
src="https://static.parastorage.com/unpkg/gsap@1.20.4/Draggable.js"></script>

```

```

<script                                crossorigin="anonymous"
src="https://static.parastorage.com/unpkg/gsap@1.20.4/TweenMax.js"></script>

```

```

<script                                crossorigin="anonymous"
src="https://static.parastorage.com/unpkg/jquery-
tooltipster@3.3.0/js/jquery.tooltipster.min.js"></script>

```

```

<script                                crossorigin="anonymous"
src="https://static.parastorage.com/unpkg/seedrandom@2.4.3/seedrandom.min.js"></
script>

```

```

<script                                crossorigin="anonymous"
src="https://static.parastorage.com/unpkg/polymer-
weakmap@0.0.0/weakmap.js"></script>

```

```

<script                                crossorigin="anonymous"
src="https://static.parastorage.com/unpkg/wix-angular@1.0.621/dist/wix-
angular.js"></script>

```

```

<script                                crossorigin="anonymous"
src="https://static.parastorage.com/unpkg/wix-angular@1.0.621/dist/wix-angular-
storage.js"></script>

```

```

        <script                                crossorigin="anonymous"
src="https://static.parastorage.com/unpkg/jszip@2.6.1/dist/jszip.min.js"></script>
        <script                                crossorigin="anonymous"
src="https://static.parastorage.com/unpkg/jszip-utils@0.0.2/dist/jszip-
utils.min.js"></script>
        <script                                crossorigin="anonymous"
src="https://static.parastorage.com/unpkg/@wix/wixmp-sdk@1.1.58/dist/wixmp-
sdk.min.js"></script>
        <script                                crossorigin="anonymous"
src="https://static.parastorage.com/unpkg/webfontloader@1.6.6/webfontloader.js"></
script>
        <script                                crossorigin="anonymous"
src="https://static.parastorage.com/unpkg/stackblur-
canvas@1.4.1/dist/stackblur.min.js"></script>
        <script                                crossorigin="anonymous"
src="https://static.parastorage.com/unpkg/rxjs@6.4.0/bundles/rxjs.umd.min.js"></scr
ipt>
        <script                                crossorigin="anonymous"
src="https://static.parastorage.com/unpkg/axios@0.18.0/dist/axios.min.js"></script>
        <script                                crossorigin="anonymous"
src="https://static.parastorage.com/unpkg/chroma-
js@2.0.1/chroma.min.js"></script>
        <script                                crossorigin="anonymous"
src="https://static.parastorage.com/unpkg/bluebird@2.11.0/js/browser/bluebird.min.j
s"></script>
        <script                                crossorigin="anonymous"
src="https://static.parastorage.com/unpkg/@wix/wix-
richtext@2.816.0/dist/NoUIBundleWixRichText.js"></script>

```

```

<script                                crossorigin="anonymous"
src="https://static.parastorage.com/unpkg/fast-json-patch@2.0.7/dist/fast-json-
patch.min.js"></script>

```

```

<script                                crossorigin="anonymous"
src="https://static.parastorage.com/unpkg/react@16.8.4/umd/react.production.min.js"
></script>

```

```

<script                                crossorigin="anonymous"
src="https://static.parastorage.com/unpkg/react-dom@16.8.4/umd/react-
dom.production.min.js"></script>

```

```

<script crossorigin="anonymous" src="https://static.parastorage.com/unpkg-
semver/wix-recorder@^1/app.bundle.min.js"></script>

```

```

<script                                crossorigin="anonymous"
src="https://static.parastorage.com/services/adi-web/2.4006.0/third-parties-clean-
js.bundle.min.js"></script>

```

```

<!-- -->

```

```

<script                                crossorigin="anonymous"
src="https://static.parastorage.com/services/adi-web/2.4006.0/second-parties-
js.bundle.min.js"></script>

```

```

<!-- -->

```

```

<script>

```

```

  ADI.clientTopology = {
    production: 'false' !== 'true',
    staticsVersion: '2.4006.0',
    staticsUrl: 'https://static.parastorage.com/services/adi-web/2.4006.0/',

```

```

staticBaseUrl: 'https://static.parastorage.com/',
experiments: ADI.getExperiments(),
siteMediaToken: (ADI.getMetadata() || {}).siteMediaToken,
isNewSite: !ADI.getMetadata(),
mediaUrl: '//static.wixstatic.com/media',
videoUrl: 'https://video.wixstatic.com/',
filesBaseUrl: '//docs.wixstatic.com/',
editorBaseUrl: ADI.fixOrigin('http://editor.wix.com', false),
baseDomain: 'wix.com',
contentVersionNumber: '${contentVersionNumber}',
esi: '36f07967-b666-490f-8423-fa2d652074c4',
isWixStaff: false,
isAnonymous: false,
hasSession: true,
isImpersonatedUser: false,
isTemplatesUser: false,
schedulerBaseUrl: ADI.fixOrigin('http://scheduler.wix.com', false),
appsBaseUrl: 'https://apps.wix.com',
businessManagerBaseUrl: ADI.fixOrigin('https://wix.com/dashboard',
false),
locale: 'ru',
templateTranslationServerBaseUrl:
'${clientTopology.templateTranslationUrl}',
mediaGalleryUrl: 'https://www.wix.com/_partials/media-gallery-
g5/1.1044.0/',
mediaManagerPartialUrlG6: 'https://www.wix.com/_partials/media-
manager-g6/1.1629.0'
};
</script>

```

```

<!-- -->
  <script>angular.module('adiIntroReact', []);</script>
<!-- else reactIntro -->

  <script                                crossorigin="anonymous"
src="https://static.parastorage.com/services/adi-web/2.4006.0/first-parties-
js.bundle.min.js"></script>
  <script                                crossorigin="anonymous"
src="https://static.parastorage.com/services/adi-
web/2.4006.0/assets/locale/messages_ru.js"></script>
  <script                                crossorigin="anonymous"
src="https://static.parastorage.com/services/adi-web/2.4006.0/assets/common-
controls/locale/messages_ru.js"></script>
  <script                                crossorigin="anonymous"
src="https://static.parastorage.com/services/adi-web/2.4006.0/assets/organize-
media/locale/messages_ru.js"></script>

  <script>
    angular.module('siteGeneratorCommon')
      .constant('clientTopology', ADI.clientTopology)
      .constant('metaDataBaseUrl',
ADI.fixOrigin('//static.parastorage.com/services/site-generator-statics-
metadata/1.1614.0/', true))
      .constant('metaDataUrl',    '//static.parastorage.com/services/site-generator-
statics-metadata/1.1614.0/scripts')
      .constant('metaDataVersion', '');
  </script>

```

```

<div class="svgs-icons-container"
  style="position: absolute; z-index: -9999; width: 0; height: 0; top: -
10000px; left: -10000px;">
  <ng-include
    src="'https://static.parastorage.com/services/adi-
web/2.4006.0/assets/common-controls/svg-sprites-complex/icons.sprite.svg'"></ng-
include>
  <ng-include
    src="'https://static.parastorage.com/services/adi-
web/2.4006.0/assets/common-controls/svg-sprites/icons.sprite.svg'"></ng-include>
</div>

<!-- -->

<!-- -->

<script>
  ADI.lazyLoadCss = function(src) {
    var flink = document.getElementsByTagName('link')[0];
    var link = document.createElement('link');
    link.rel='stylesheet'
    link.href = src;
    flink.parentNode.insertBefore(link, flink);
  };
</script>

<script>ADI.lazyLoadCss('https://static.parastorage.com/services/adi-
web/2.4006.0/third-parties-css.min.css');</script>

<!-- -->

```

```
<script>ADI.lazyLoadCss('https://static.parastorage.com/services/adi-  
web/2.4006.0/first-parties-js.min.css');</script>
```

```
<!-- reactPresetPreview -->
```

```
</body>
```

```
</html>
```

ДОДАТОК Б

Слайди презентації

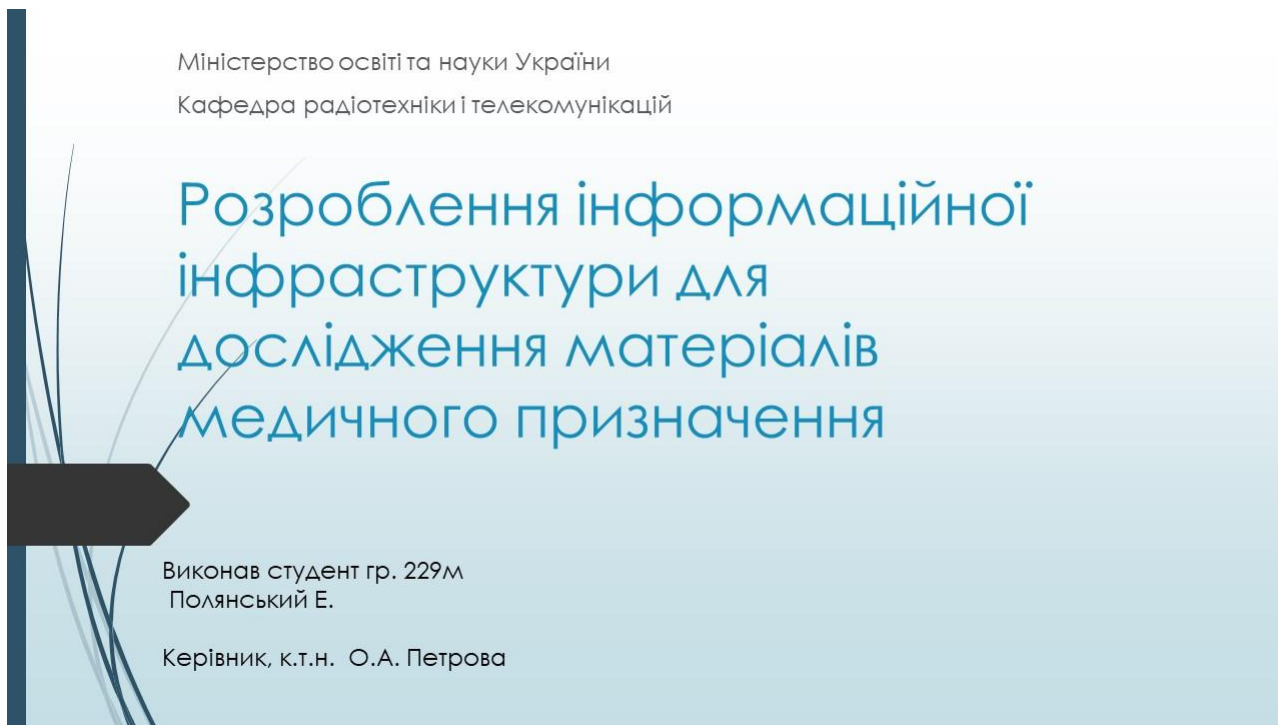


Рисунок Б.1 – Слайд 1

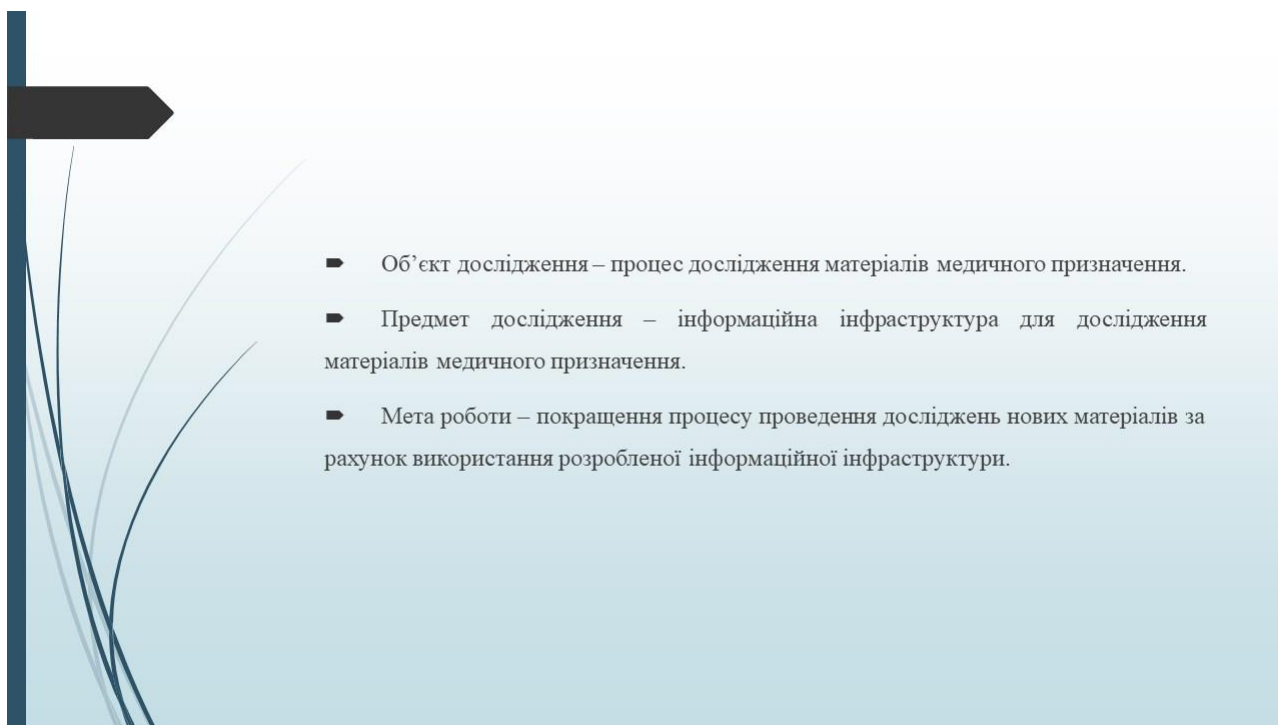


Рисунок Б.2 – Слайд 2

Медична інформаційна інфраструктура

- Медична інформаційна система - це сукупність інформаційних, організаційних, програмних і технічних засобів, призначених для автоматизації медичних процесів.
- В основі архітектури МІС обов'язково знаходяться наступні програмні модулі:
 - Модуль збору інформації.
 - База даних.
 - Модуль обробки і аналізу даних.
 - Модуль управління документообігом.
 - Модуль управління медичними апаратними засобами.

Рисунок Б.3 – Слайд 3

Коронарні стенти

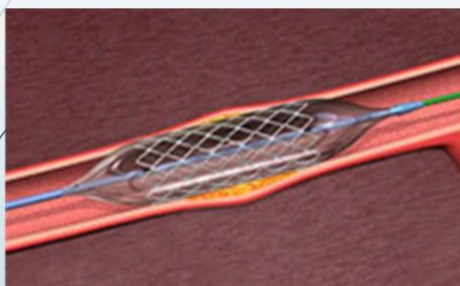


Рисунок Б.4 – Слайд 4

Проведення випробувань

- Оцінку результатів випробувань проводять відповідно до виду корозії і обраним критерієм:
 - зміна зовнішнього вигляду поверхні зразків;
 - зміна по глибині і кількості корозійних поразок;
 - зміна механічних властивостей;
 - зміна маси;
 - кількість виділився водню;
 - зміна глибини і характеру корозійних поразок (металографічний метод). до потрібного діаметру.
- Втрату маси розраховують за формулою:
 - $\Delta m = (m_0 - m_1) / S$,
- Швидкість корозії K г/м² розраховують за формулою
 - $K = \Delta m / t$,
- Результати випробувань, отримані за кількістю водороду, що виділився при 6-годинних випробуваннях, призводять до результатів 2-добових випробувань за формулою
 - $V = V_1 K / S$
- Коефіцієнт переведіння (K) обчислюють на основі експериментальних даних різних плавок і представляє тангенс кута нахилу прямої, що визначає залежність зростання відносного обсягу, що виділився водню (Vt), від часу випробувань.
 - $f(t) = Vt / V_1$.
- За коефіцієнт переведіння приймають максимальний з обчислювальних коефіцієнтів:
 - $K_{max} = tg \alpha_{max}$.

Рисунок Б.5 – Слайд 5

Рішення щодо інфраструктури

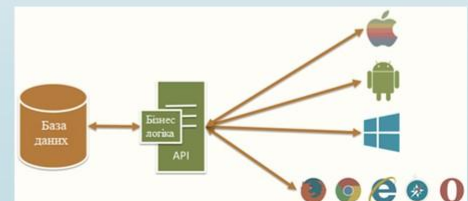
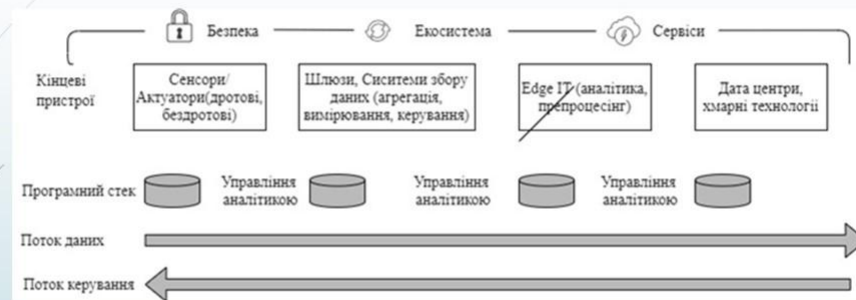


Рисунок Б.6 – Слайд 6

Загальна архітектура інфраструктури

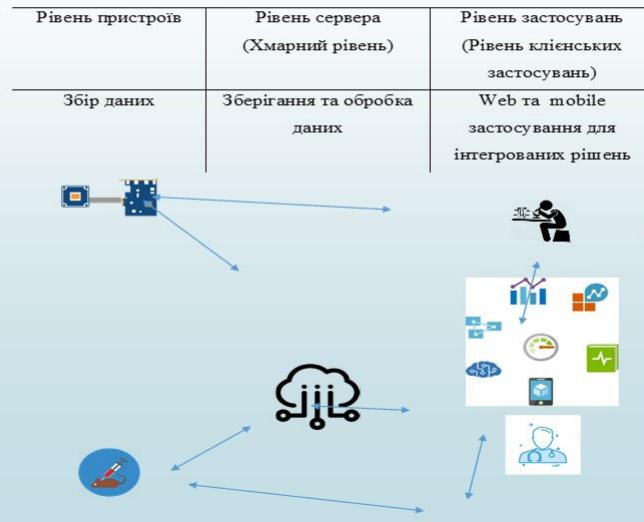


Рисунок Б.7 – Слайд 7

Процес дослідження



Рисунок Б.8 – Слайд 8

Фізична модель експерименту



Рисунок Б.9 – Слайд 9

Модель даних

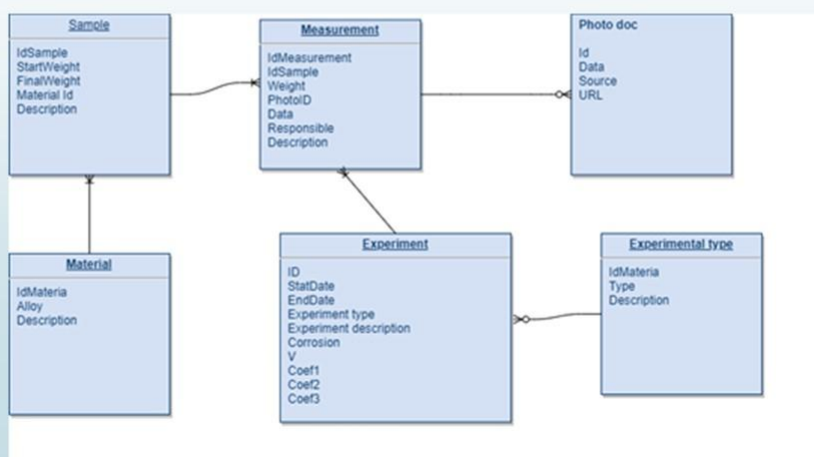


Рисунок Б.10 – Слайд 10

Відео експерименту

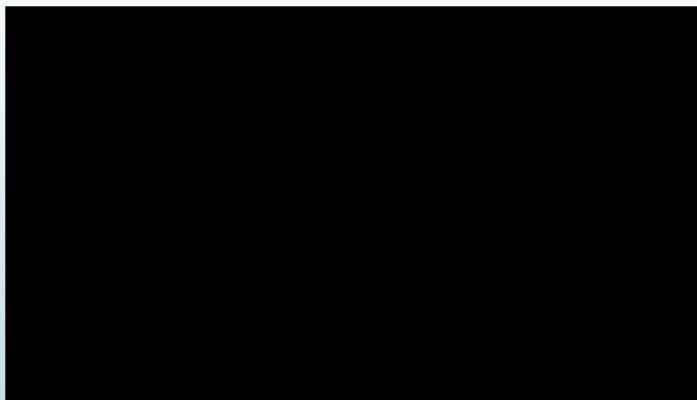


Рисунок Б.11 – Слайд 11

Інтерфейс системи

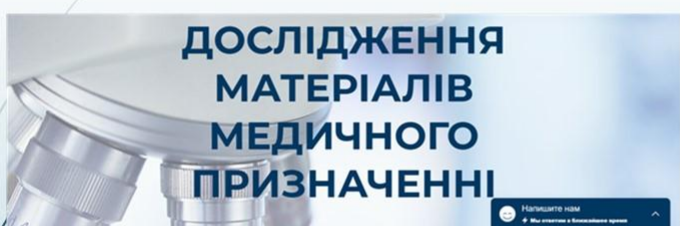


Рисунок Б.12 – Слайд 12

Інтерфейс системи

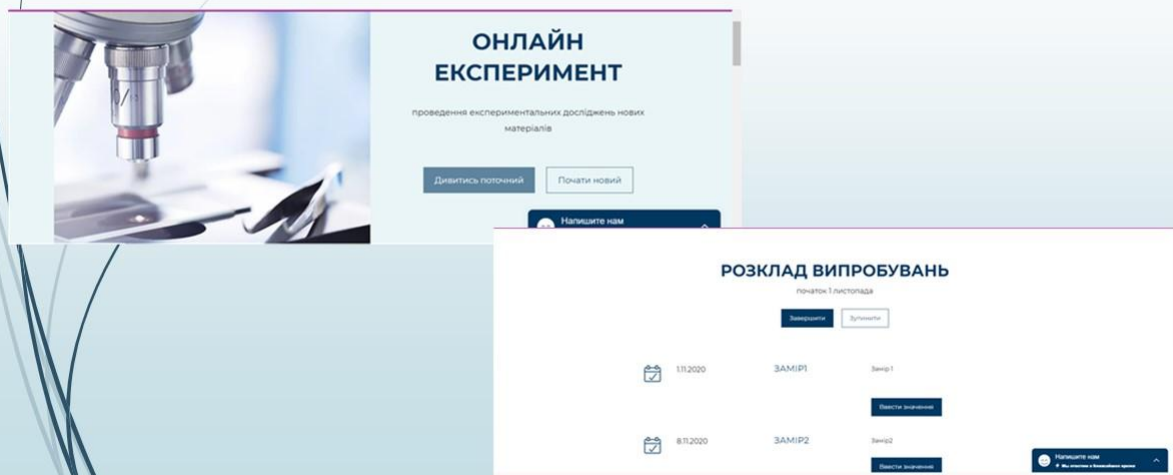


Рисунок Б.13 – Слайд 13

Висновки

- В роботі досліджений процес проведення випробувань матеріалів медичного призначення
- В роботі розроблена інформаційна інфраструктура для проведення дослідження матеріалів медичного призначення, що основана на архітектурі IoT систем та Rest Api
- Розроблена фізична модель проведення експериментів коронарних стентів з Mg сплавів
- В роботі було проведено дослідження стандартів, що використовуються для зберігання даних для медичної інформаційної інфраструктури, та розроблено базу даних для зберігання результатів експериментів
- Для рівня застосувань було розроблений прототип та реалізація веб-інтерфейсу, що дозволяє вводити результати досліджень матеріалів медичного призначення.

Рисунок Б.14 – Слайд 14