



**Національний технічний університет України «Київський
політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»**

**Моделювання процесів кардіореспіраторної
системи людини під впливом гіпоксії**

Магістр:
студент групи ТМ-71мп

Ткачук Владислав Андрійович

Науковий керівник:
професор

Сліпченко Володимир Георгійович

Київ-2018

Постановка задачі, вхідна та вихідна інформація

Мета роботи полягає в розробці програмного продукту, який дозволить моделювати основні показники стану кардіореспіраторної системи людини на підставі математичної моделі.

Кардіореспіраторна система - це система, яка включає в себе систему дихання та серцево-судинну систему. Кардіореспіраторна система являє собою найкращий індикатор фізіологічного стану організму, а завдяки її вивченню, зазвичай, з'являються нові методи і форми профілактики.

Програмне забезпечення має вирішувати наступні **задачі**:

- збирання та обробку вхідної інформації про пацієнтів;
- моделювання процесів кардіореспіраторної системи людини;
- створення та редагування даних користувача;
- менеджмент акаунтів користувачів.

Вхідна інформація – база даних, що містить записи всіх користувачів та дані пацієнтів.

Вихідна інформація – значення рівнянь, які описують роботу кардіореспіраторної системи людини.

Схематична структурна модель КРС людини

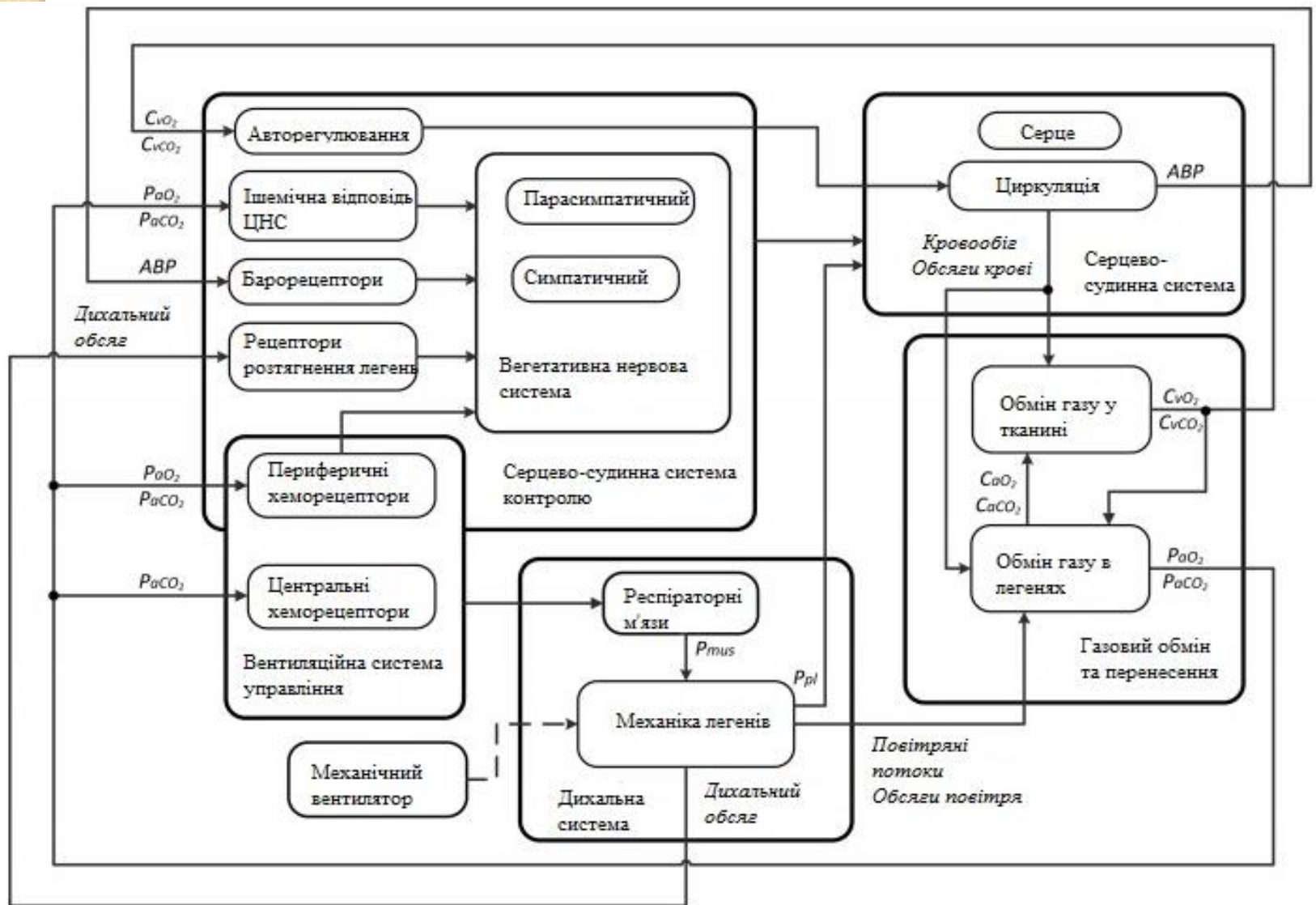


Схема газообміну і транспортної моделі

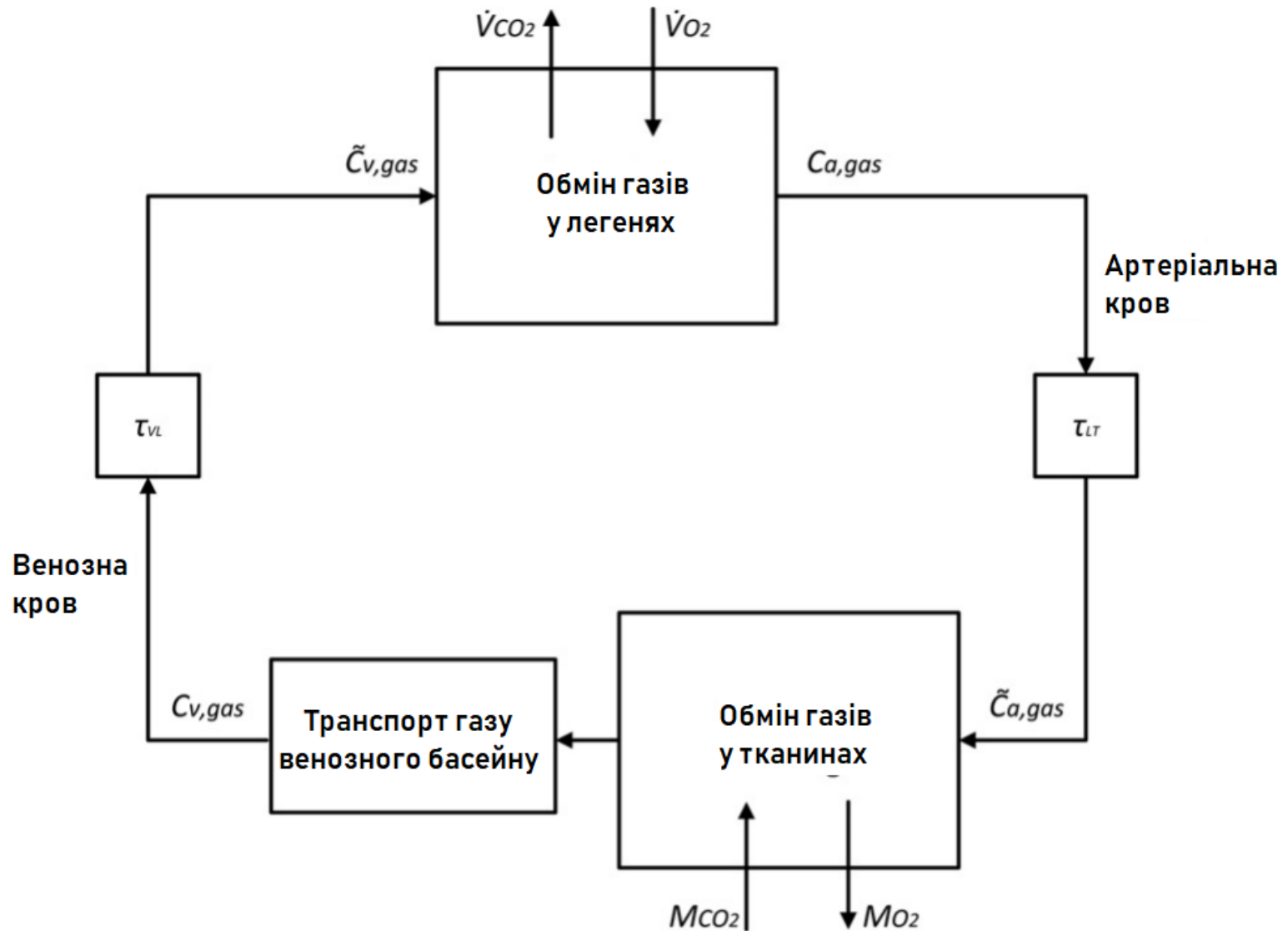
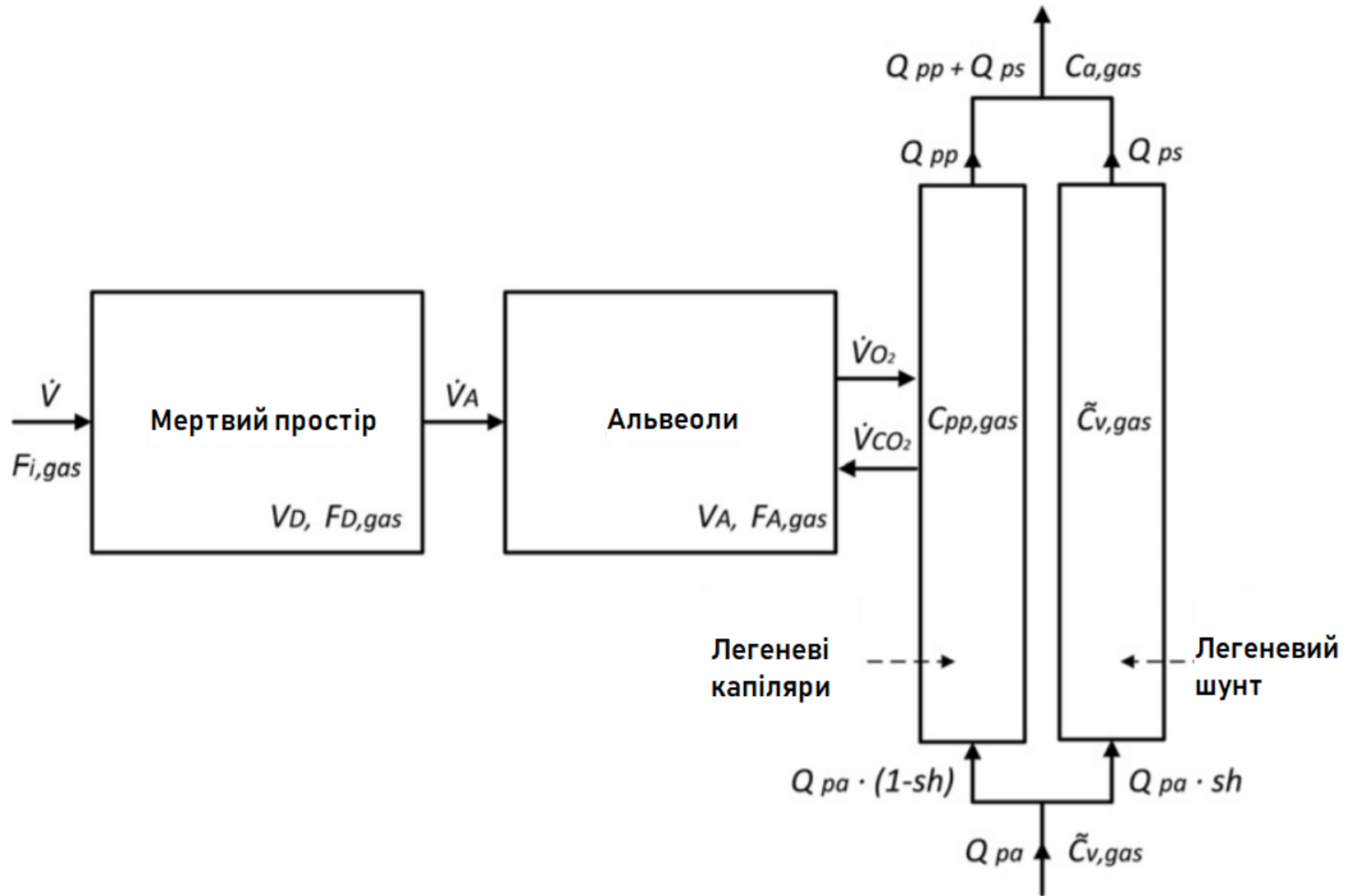


Схема моделі газообміну в легенях

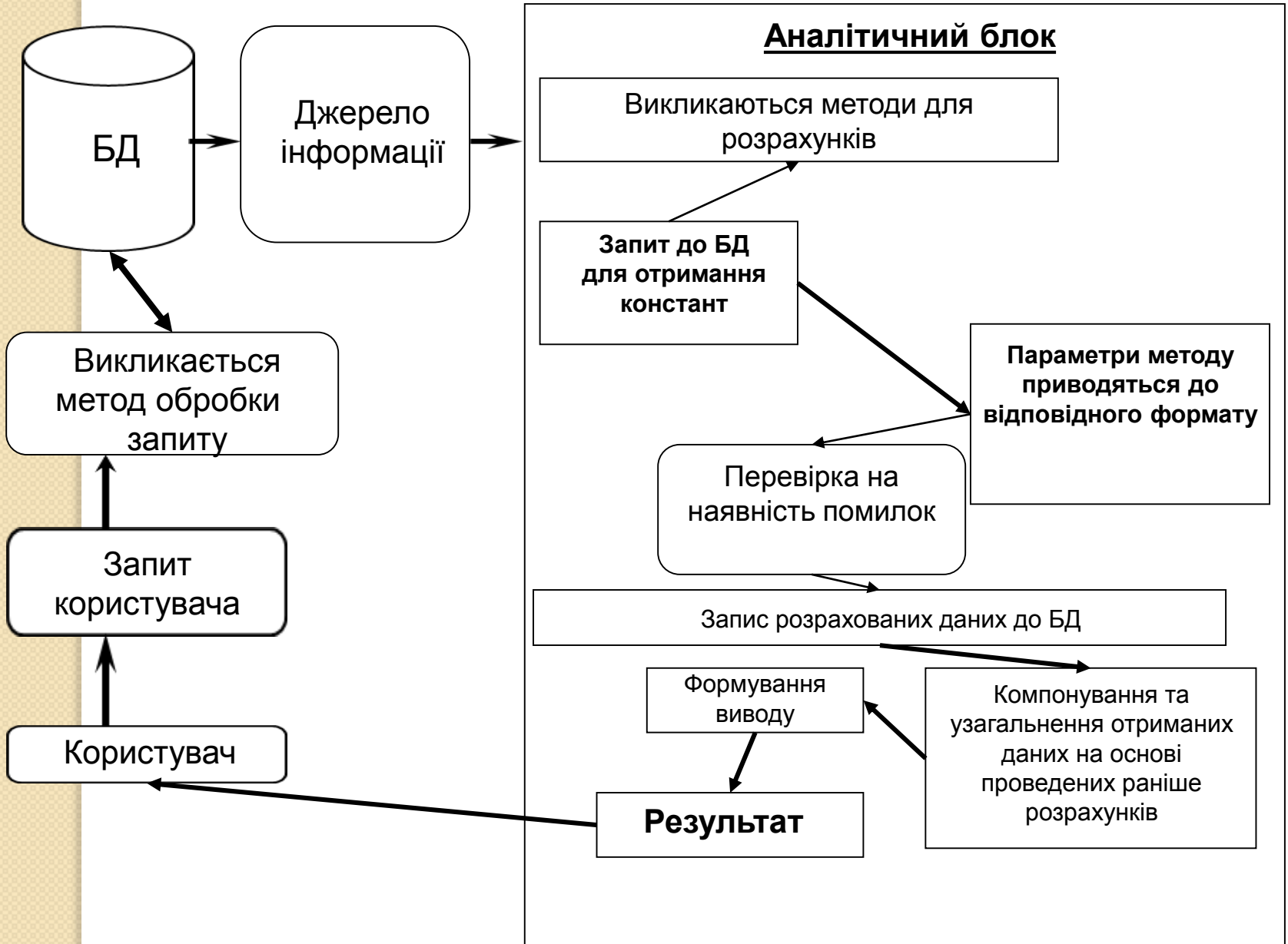


Огляд існуючих аналогів

Aplysia CardioVascular Lab

Cardiorespiratory Viewer

Архітектура системи



Метод Рунге-Кутта четвертого порядка

$$y_{i+1} = y_i + \frac{1}{6}(k_1 + 2k_2 + 2k_3 + k_4), i = 0, n-1,$$

$$k_1 = hf(x_i, y_i);$$

$$k_2 = hf\left(x_i + \frac{h}{2}, y_i + \frac{k_1}{2}\right);$$

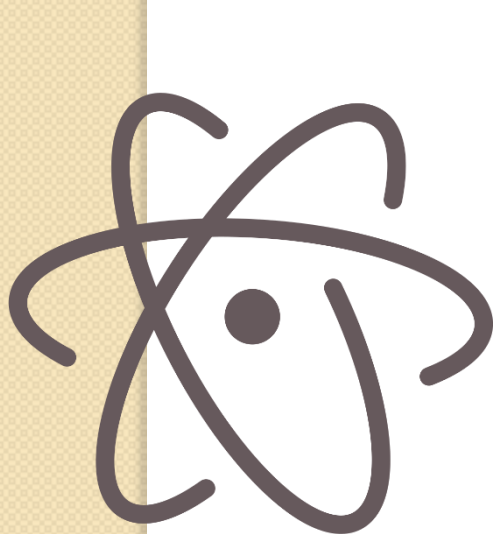
$$k_3 = hf\left(x_i + \frac{h}{2}, y_i + \frac{k_2}{2}\right);$$

$$k_4 = hf(x_i + h, y_i + k_3).$$

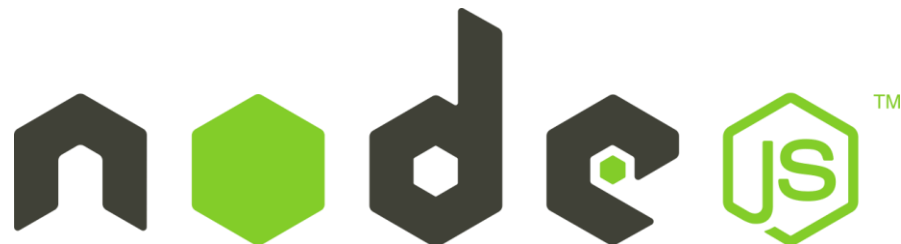
Засоби реалізації програмного продукту



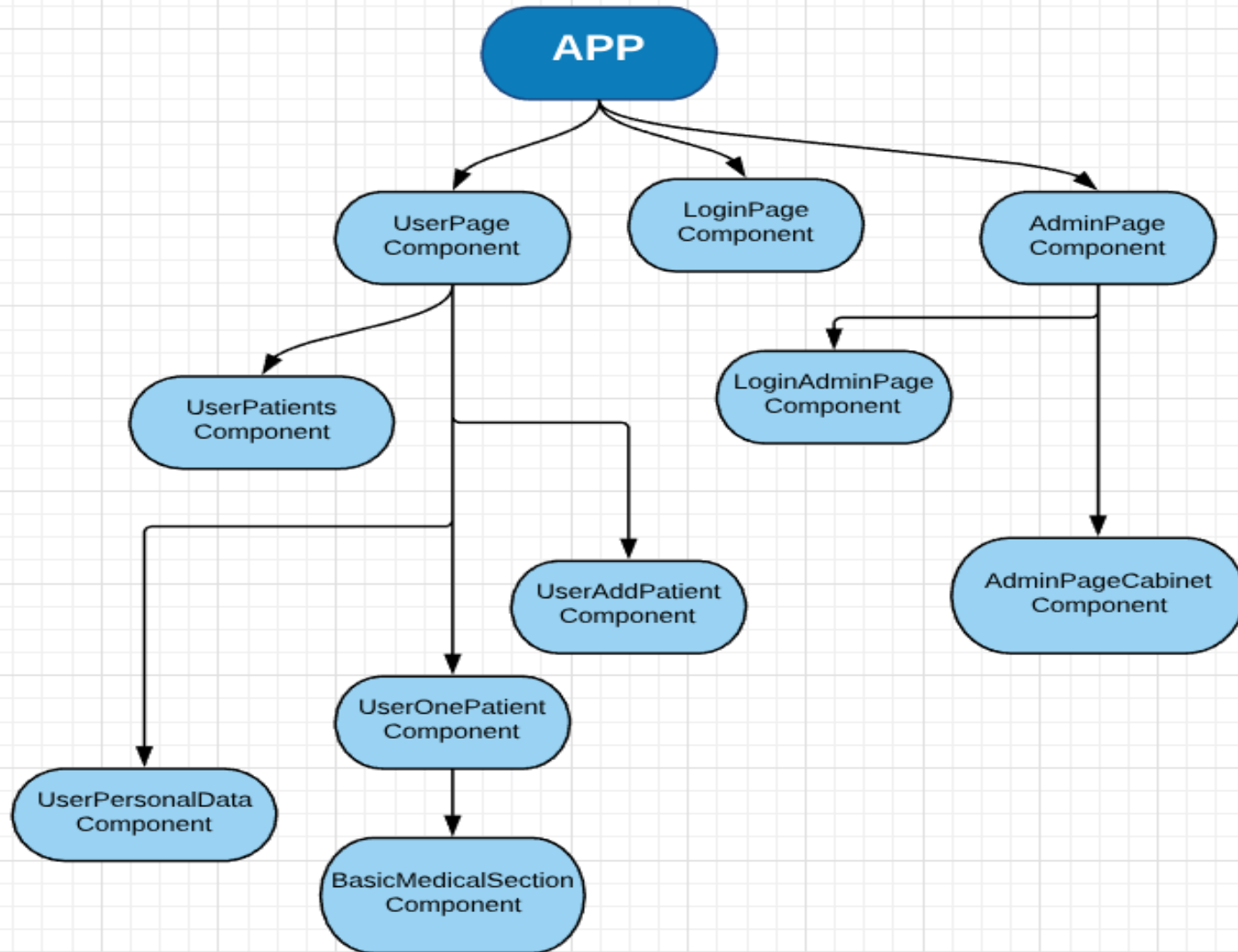
mvish.com



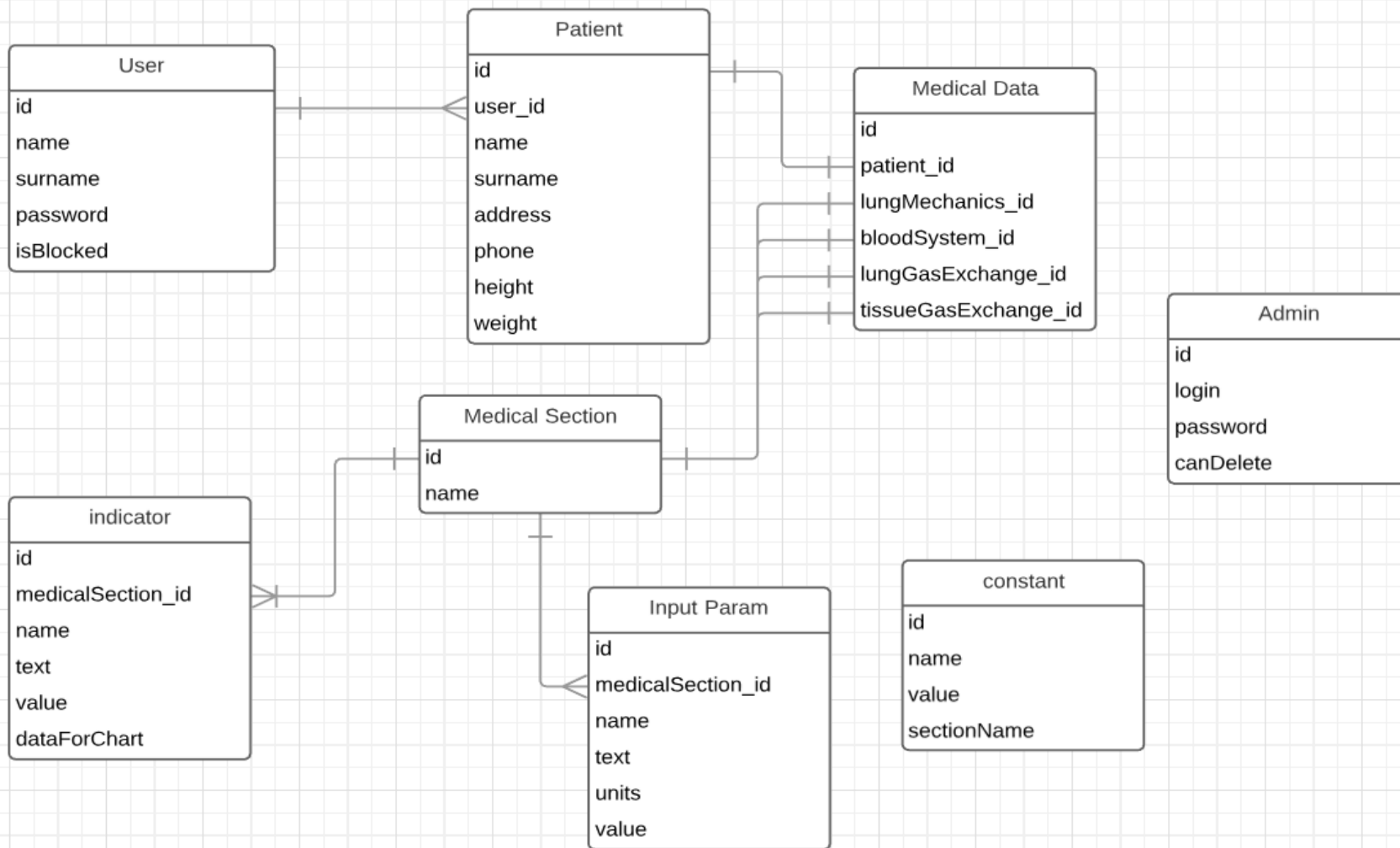
mongoDB



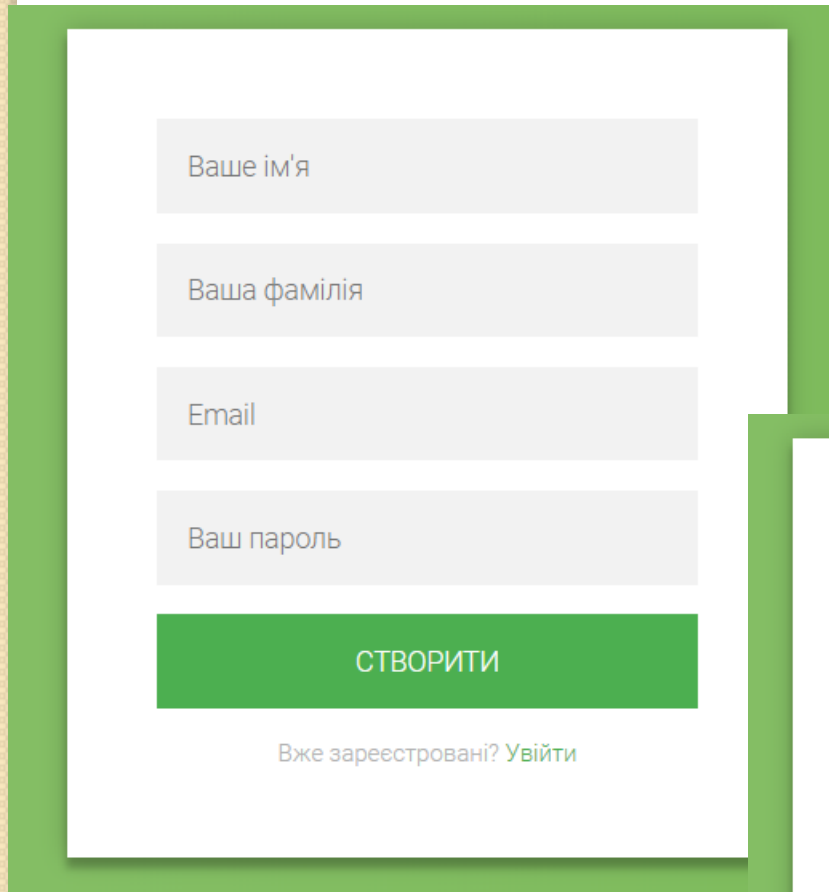
Діаграма компонентів інтерфейсу користувача



Концептуальна модель бази даних



Інтерфейс користувача. Форма реєстрації та форма авторизації



Ваше ім'я

Ваша фамілія

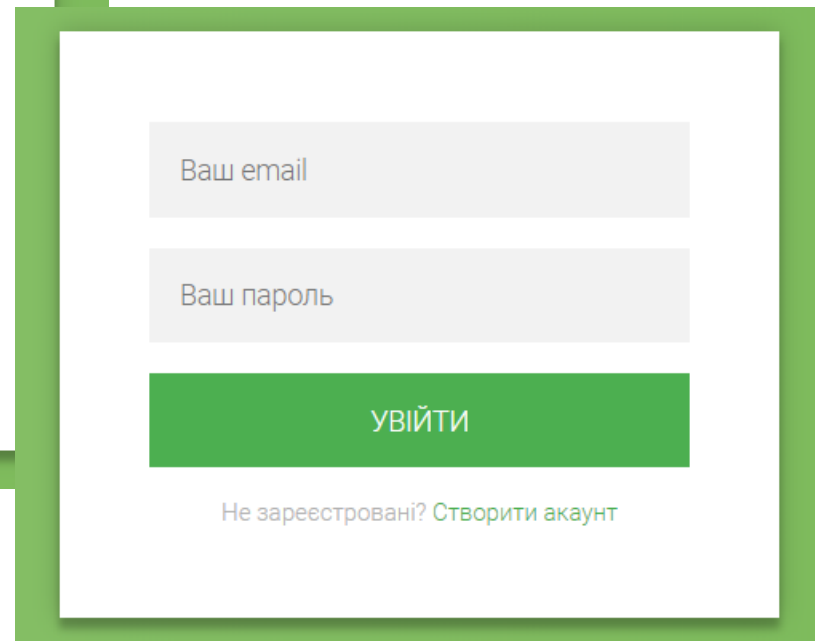
Email

Ваш пароль

СТВОРИТИ

[Вже зареєстровані? Увійти](#)

This is a registration form with four text input fields: 'Ваше ім'я', 'Ваша фамілія', 'Email', and 'Ваш пароль'. Below the fields is a green button labeled 'СТВОРИТИ'. At the bottom, there is a link 'Вже зареєстровані? Увійти'.



Ваш email

Ваш пароль

УВІЙТИ

[Не зареєстровані? Створити акаунт](#)

This is a login form with two text input fields: 'Ваш email' and 'Ваш пароль'. Below the fields is a green button labeled 'УВІЙТИ'. At the bottom, there is a link 'Не зареєстровані? Створити акаунт'.

Головна сторінка. Пацієнти користувача

Пацієнти

Особисті дані

Додати пацієнта

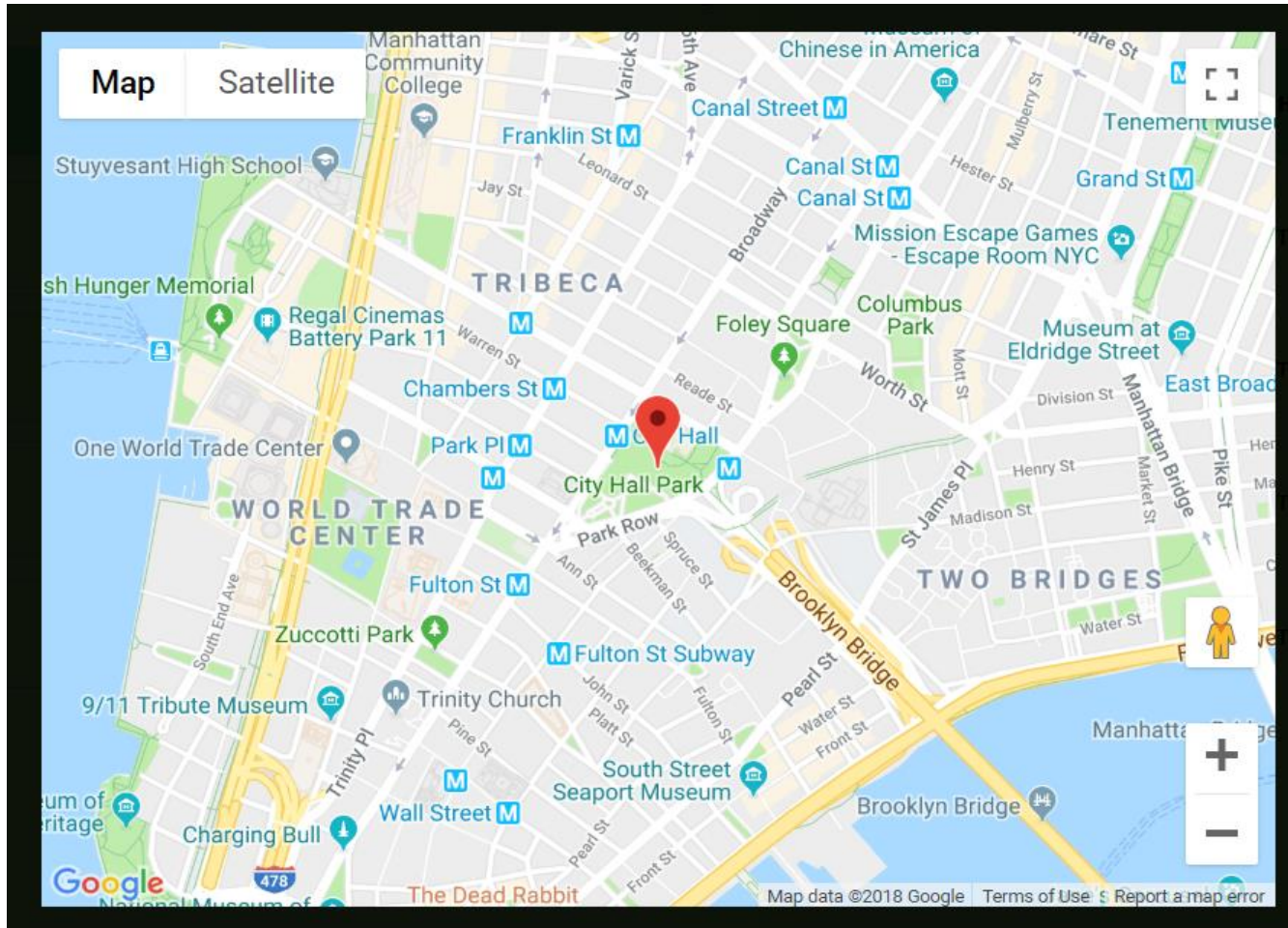
Vladislav Washkeeper

[Вийти](#)

Ваші пацієнти

№	Ім'я Та Фамілія	Адрес	Телефон	Видалення пацієнтів
1	John Washkeeper	Київ	 +38 (243) 242-34-23	Видалити пацієнта
2	Bill Smith	Київ	 +38 (243) 242-32-33	Видалити пацієнта
3	Andre Golden	New York	 +38 (382) 423-23-14	Видалити пацієнта
4	Lilly Bin	London	 +38 (382) 423-00-55	Видалити пацієнта

Модальне вікно. Адреса пацієнта



Сторінка “Додати пацієнта”

Додати пацієнта

Пацієнт успішно доданий

Ім'я пацієнта	John
Фамілія пацієнта	Washkeeper
Адрес пацієнта	Київ
Телефон пацієнта	+38 (098) 012-29-38
Дата народження	03.02.1988
Стать пацієнта	Чоловік ▼
Ріст пацієнта	181
Вага пацієнта	75

Додати пацієнта

Сторінка “Механіка легень”

John Washkeeper

[Механіка легень](#)

[Обмін газів в легнях](#)

[Обмін газів в тканинах](#)

Вхідні параметри

Тиск дихальних шляхів

1013.0887, cmH₂O

Внутрішньоплевральний тиск

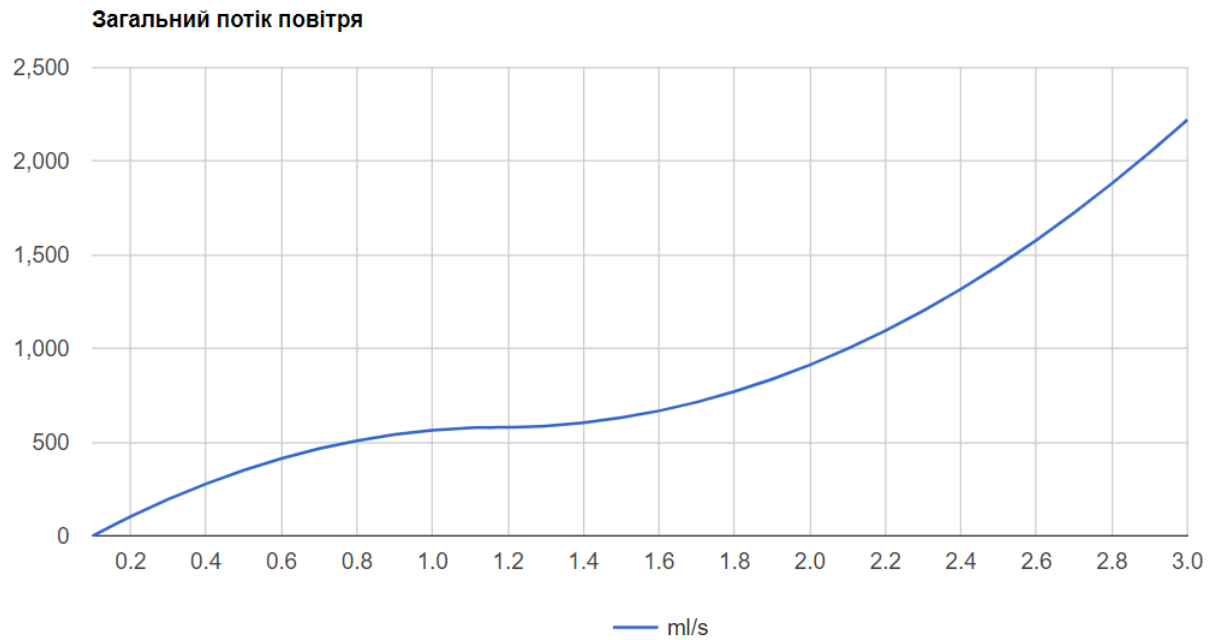
-1460.5111, cmH₂O

Модальне вікно. Зміна входних даних пацієнта

Vu,t	<input type="text" value="6.63"/>	ml	об'єм трахеї
Vu,b	<input type="text" value="18.7"/>	ml	об'єм бронхів
Vu,A	<input type="text" value="1.263"/>	ml	об'єм альвеол
Rml	<input type="text" value="1.021"/>	cmH2O·s·l ⁻¹	опір від рота до гортані
Rlt	<input type="text" value="0.3369"/>	cmH2O·s·l ⁻¹	опір від гортані до трахеї
Rtb	<input type="text" value="0.3063"/>	cmH2O·s·l ⁻¹	опір від трахеї до бронхів
RbA	<input type="text" value="0.0817"/>	cmH2O·s·l ⁻¹	опір від бронхів до альвеол
Ccw	<input type="text" value="0.2445"/>	l/cmH2O	піддатливість грудної клітини
RR	<input type="text" value="12"/>	breaths/min	частота дихання
Iratio	<input type="text" value="0.6"/>		співвідношення часу вдоху-видоху
FRC	<input type="text" value="2.4"/>	l	функціональна залишкова ємність
Ppl,EE	<input type="text" value="-5"/>	cmH2O	Величина плеврального тиску в кінці видиху
Pmus,min	<input type="text" value="-5"/>	cmH2O	амплітуда тиску дихальних м'язів

Додати дані

Графік зміни вихідного параметра



Сторінки адміністратора системи

Логін

Ваш пароль

УВІЙТИ

[Вийти](#)

Список користувачів

Vladislav Washkeeper

[Видалити користувача](#)

[Заблокувати користувача](#)

Висновки

Створено програмну систему по темі: “Моделювання процесів кардіореспіраторної системи людини під впливом гіпоксії”. Під час виконання дипломної роботи були проаналізовані методи математичного моделювання та технології реалізації цих методів. Основні функції системи наступні:

- збирання та обробка вхідної інформації про пацієнтів;
- моделювання процесів кардіореспіраторної системи;
- створення та редагування даних користувача;
- менеджмент акаунтів користувачів.

На основі аналізу було визначено чіткі вимоги до розроблюваної системи та її функцій. Обґрунтовано вибір використаної архітектури та програмних засобів, обраних для реалізації системи.

Система взаємодіє з СКБД, що дає можливість зберігати великі об’єми інформації і забезпечує швидкий пошук.

Створена система призначена для використання в медичній сфері. Вона дозволяє моделювати процеси кардіореспіраторної системи людини, що дає можливість науковцям прогнозувати наслідки процедур, проводити віртуальні фізіологічні експерименти та тестувати нові гіпотези.

Дослідження КРС за допомогою розробленої системи може привести до появи нових методів профілактики або лікування захворювань серцево-судинної та дихальної систем.