

скінченних різниць. У результаті моделювання отримано наступні графіки, які представлені на рисунку 1. Проаналізовано вплив різних значень дробових похідних на еволюцію вологісних полів.

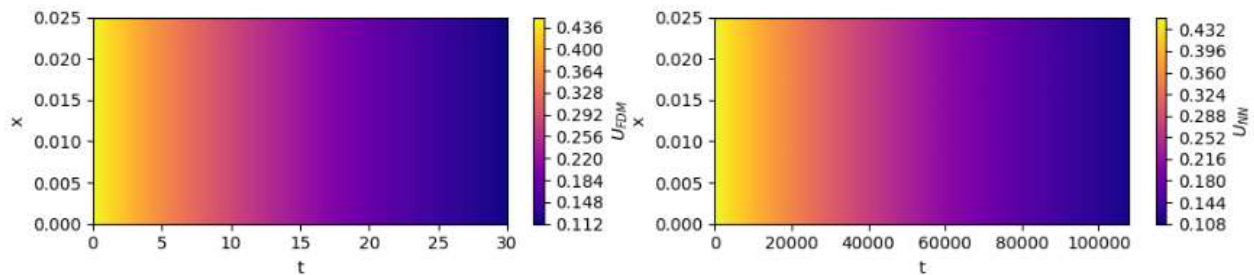


Рис. 1. Еволюція вологісних полів

**Висновки.** Розглянута одно- та двовимірні математичні моделі описує вологоперенос у пористих середовищах з урахуванням фрактальної структури матеріалу. Для цієї моделі розроблений фрактальний нейромережний метод, який дозволяє визначити еволюцію вологісних полів для різних значень дробових похідних у одновимірному випадку та отримати графічні залежності, що відображають стан процесу у певний момент часу. Отримані чисельні результати розв'язку моделі підтверджують адекватність методу та приводять до висновку, що диференціальні рівняння з дробовими похідними за часом та простором є більш ефективними для опису процесу сушіння деревини, ніж рівняння зі звичайними похідними.

### Список використаних літературних джерел

- [1] Pang G., Lu L., and Karniadakis G. E. (2019). fPINNs: Fractional physics-informed neural networks. SIAM Journal on Scientific Computing, 41, pp. A2603–A2626.

**Олександр Бовгиря, Олександр Овсяк\***

магістрант кафедри КН, НЛТУ України, Львів, Україна.

[obovhyr@gmail.com](mailto:obovhyr@gmail.com).

\* д.т.н., професор кафедри КН, НЛТУ України, Львів, Україна.

[ovsiak@ukr.net](mailto:ovsiak@ukr.net).

## **Інтелектуальна система моніторингу, керування та автоматизації технологічних процесів засобами інтернету речей на прикладі системи «Розумний будинок»**

**Анотація** – Створено інтелектуальну систему моніторингу та автоматизації технологічних процесів засобами інтернет речей з метою полегшення та оптимізації управління технологічними та побутовими процесами у розумних будинках та схожих сценаріях застосування. Розроблено комплекс технологічних рішень, включаючи системи управління протоколами передачі даних між пристроями IoT різних виробників, систему для побудови алгоритмів автоматичного керування пристроями за допомогою функціональних блоків. Створено сервіс для адаптації протоколів, сервіс для обробки потоків даних, API для конфігурування системи та користувацький інтерфейс, що дозволяє підключати та налаштовувати пристрої та протоколи обміну даними, конфігурувати систему управління шляхом побудови алгоритму управління з використанням графічного дизайнера. Результати дослідження та розробки можуть бути використані в інформаційних технологіях для побудови системи автоматизації різноманітних технологічних процесів.

**Ключові слова** – моніторинг, інтернет речей, користувацький інтерфейс, інтелектуальна система.

В останні роки, з урахуванням швидкого розвитку інформаційних технологій та Інтернету речей (IoT), з'явилася актуальна необхідність у розробці систем, спрямованих на забезпечення ефективної взаємодії між IoT-пристроями різних виробників, які використовують різні протоколи передачі даних [1]. Основні вимоги до таких систем включають стійкість, високу продуктивність, захищеність даних, зручність користування та можливість гнучкого конфігурування. Розробка подібної системи вимагає вивчення технологій передачі даних, обробки і візуалізації інформації, а також методів управління технологічними процесами, включаючи використання класичних двохпозиційних, нечітких, П, ПІ та ПІД регуляторів.

Метою даного дослідження є вивчення і вибір необхідних технологій для розробки такої системи, а також реалізація базового функціоналу системи, включаючи сервіси для підключення пристроїв за допомогою різних протоколів (MQTT, CoAP, HTTP, WebSocket, AMQP) [2], створення користувацького інтерфейсу з інтегрованою системою візуалізації даних, графічного дизайнера для динамічної побудови алгоритмів управління розподіленою системою IoT-пристроїв. Реалізація цієї системи можлива як у хмарному середовищі, за допомогою платформи Azure, так і на локальних одноплатних комп'ютерах Raspberry Pi в режимі кіоска, що відкриває можливості використання системи в ізольованих від інтернету середовищах та для створення систем розумних будинків.

Концептуальна схема розроблюваної системи відображена на рисунку 1.

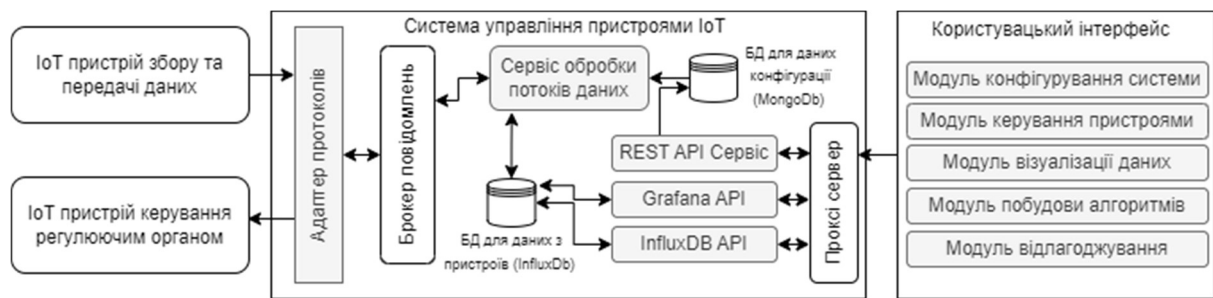


Рис. 1. Концептуальна схема системи

Система дозволяє підключати пристрої різних виробників через «адаптер протоколів» та надсилати або отримувати дані за допомогою «брокера повідомлень» до «сервісу обробки потоків даних». Керуючись алгоритмом керування, який був створений користувачем за допомогою графічного інтерфейсу, «сервіс обробки потоків даних» вираховує значення сигналу керування за допомогою програмної реалізації двохпозиційного, нечіткого, П, ПІ, або ПІД регуляторів та надсилає команду керування на інший пристрій через «брокер повідомлень», або записує дані в базу даних для подальшої візуалізації. Користувацький інтерфейс, в свою чергу, містить сторінки та компоненти для відлагоджування, конфігурування протоколів, налаштування пристроїв, а також інтегровану сис-

тему візуалізації даних та графічний дизайнер для побудови алгоритму управління.

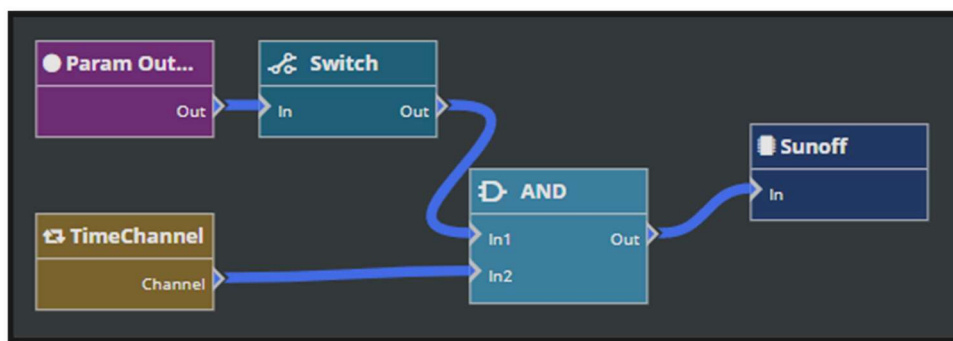


Рис. 2. Приклад алгоритму управління, побудованого через графічний дизайнер

Під час розробки проекту було використано широкий спектр сучасних технологій, включаючи Docker, Kubernetes, Helm для контейнеризації та оркестрації сервісів, Angular/RXJS/NGRX для розробки користувацького інтерфейсу, Grafana та PowerBI для візуалізації даних, а також баз даних MongoDB, InfluxDb і MSSqlServer. Додатково, в реалізації були використані різноманітні сторонні бібліотеки та мови програмування, включаючи .NET та Node.js для написання бізнес-логіки основних сервісів.

**Висновок.** Дослідження спрямоване на створення інтегрованої системи управління IoT-пристроями, що включає в себе основні сервіси для обробки потоків даних, базу даних, що дозволяє зберігати великі обсяги інформації, систему візуалізації даних та користувацький інтерфейс з можливістю конфігурування способу відображення даних та створення алгоритму управління. Використані технології, такі як InfluxDb, Node.js, Angular, RXJS, NGRX, Docker, Azure та інші, забезпечили ефективну реалізацію проекту. Результатом є готова система, яка може бути використана як для побудови розумного будинку, так і для інших технологічних процесів, демонструючи важливість розвитку IoT.

### Список використаних літературних джерел

- [1] Загальні поняття Інтернету речей. [Електронний ресурс] – режим доступу до ресурсу: <http://academicfox.com/lektsiya-1-zahalni-ponyattya-internetureche>
- [2] Characteristics of Internet of Things. [Електронний ресурс] – режим доступу до ресурсу: <https://www.geeksforgeeks.org/characteristics-of-internet-of-things/>